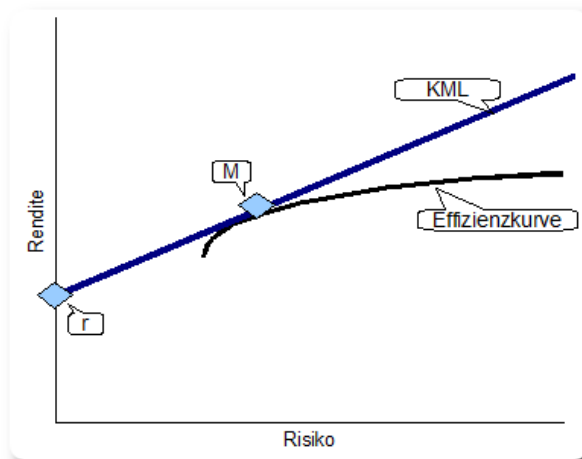


Portfoliomanagement nach Markowitz

Theorie und Umsetzung in der Praxis

Praxisarbeit von Ronny Fuchs, Regiobank Solothurn AG
AKAD Höhere Fachschule Bank und Finanz
1. Februar bis 30. Mai 2009



Fachperson

Bernhard Curchod, Leiter Fachführung Finanz/CIO
Regiobank Solothurn AG

Experte 1

Antonio Russo, Leiter Private Banking/Institutionelle Kunden
Regiobank Solothurn AG

Experte 2

Markus Jäger, Firmeninhaber
jäger-consulting



„Wir sind nichts. Was wir suchen, ist alles.“

Novalis, Deutscher Schriftsteller

Danksagung

In ersten Linie danke ich meiner Frau Romina und meinen beiden Söhnen Leandro und Ilian für das aufgebrachte Verständnis für meine Stunden hinter dem Computer.

Dann danke ich meiner Fachperson, Bernhard Curchod, für die wertvolle Unterstützung, die vielen guten Inputs und die konstruktive Diskussion.

Weiter möchte ich Samuel Gutmann, Dozent an der HFBF, für die wertvollen Hinweise zu den mathematischen Grundlagen danken. Ebenso Roger Wegmann, Eurospider Information Technology AG, für die nützlichen Inputs zur Umsetzung mit Java.

Dann gebührt ein grosses Dankeschön der Firma Interactive Data Managed Solutions AG (<http://www.interactivedata-ms.de/>) für das kostenlose zur Verfügungstellen der umfassenden Kurshistorien. Ebenso danken möchte ich Iwan Brot, Dozent an der HFBF, für seine Meinung zu den Renditezeitreihen in der Praxis. Weiter danke ich Antonio Russo, Experte 1, von der Regiobank Solothurn AG, für sein Engagement und die geleisteten Stunden zu meinen Gunsten. Last but not least danke ich Markus Jäger, Experte 2, für die Prüfung und Beurteilung meiner Arbeit.

Inhaltsverzeichnis

• Literaturverzeichnis.....	1
• Abbildungsverzeichnis.....	3
• Formelverzeichnis.....	4
• Managament Summary.....	5
• Kapitel 1: Einführende Aspekte.....	6
◦ 1.1: Ausgangslage und Zielsetzung.....	6
◦ 1.2: Systematik der Darstellung.....	6
◦ 1.3: Geschichte der Theorie.....	6
◦ 1.4: Bedeutung der Theorie heute.....	7
◦ 1.5: Abgrenzungen zu anderen Themen der Finanzmathematik.....	7
▪ 1.5.1: Asset Allocation.....	8
▪ 1.5.2: Behavioral Finance.....	8
▪ 1.5.3: Portfolio-Insurance.....	8
▪ 1.5.4: Performance.....	9
• Kapitel 2: Grundlagen der Portfoliotheorie.....	10
◦ 2.1: Mathematische Grundlagen.....	10
▪ 2.1.1: Erwartungswert.....	10
▪ 2.1.2: Varianz.....	11
▪ 2.1.3: Logarithmus.....	11
▪ 2.1.4: Standardabweichung.....	12
▪ 2.1.5: Kovarianz.....	13
▪ 2.1.6: Korrelationskoeffizient.....	13
▪ 2.1.7: Renditen.....	14
▪ 2.1.8: Matrizen.....	15
◦ Die Portfoliotheorie.....	16
▪ 2.2.1: Ziele.....	17
▪ 2.2.2: Diversifikationseffekt und Nutzenmaximierung.....	17
▪ 2.2.3: Prämissen der Portfoliotheorie.....	18
• 2.2.3.1 Marktprämissen.....	18
• 2.2.3.2 Anlegerprämissen.....	19
▪ 2.2.4: Das μ/σ -Prinzip und der μ/σ -Raum.....	19
▪ 2.2.5: Inputparameter.....	19
▪ 2.2.6: Berechnung der Portfoliorendite.....	20
• 2.2.6.1: Klassische Methode.....	20
• 2.2.6.2: Matrix-Darstellung.....	20
▪ 2.2.7: Berechnung des Portfoliorisikos.....	20

• 2.2.7.1: Klassische Methode.....	20
• 2.2.7.2: Matrix-Darstellung.....	22
▪ 2.2.8: Effiziente Portfolios und die Effizienzkurve.....	22
▪ 2.2.9: Das varianzminimale Portfolio (VMP).....	23
▪ 2.2.10: Das optimale Portfolio.....	24
▪ 2.2.11: Zwei verschiedene Anwendungsgebiete und Einsatzmöglichkeiten.....	26
▪ 2.2.12: Neuere und verwandte Themen, Begriffe und Ergänzungen.....	26
• 2.2.12.1: Kapitalmarktklinie, KML.....	26
• 2.2.12.2: Capital Asset Pricing Model, CAPM.....	27
• 2.2.12.3: Value at Risk, VaR.....	28
• 2.2.12.4: Shortfall-Portfolio.....	29
• 2.2.12.5: Risikoloser Zinssatz.....	30
• 2.2.12.6: Leerverkäufe, short sale.....	30
• 2.2.12.7: Bernoulli-Prinzip und das optimale Portfolio.....	30
• 2.2.12.8: Portfoliobeta und Beta zum Portfolio.....	31
• 2.2.12.9: Stichtag von Portfolios und die Beachtung der Perioden.....	31
▪ 2.2.13: Parameter, Schätzungen und Schätzrisiken.....	32
• 2.2.13.1: Studien zur Schätzsensitivität.....	32
• 2.2.13.2: Markowitz-Dilemma.....	32
• 2.2.13.3: Schätzung der Renditen.....	32
• 2.2.13.4: Schätzung des Risikos.....	36
• 2.2.13.5: Schätzung der Gewichte.....	36
• 2.2.13.6: Wechselkursrisiko.....	37
• 2.2.13.7: Die optimale Zeitspanne für historische Daten.....	38
• 2.2.13.8: Zusammenfassung.....	38
▪ 2.2.14: Kompatible Wertpapiere.....	38
• Kapitel 3: Einschätzung und Würdigung der Theorie.....	40
◦ 3.1: Stärken (Stimmen der Befürworter).....	40
◦ 3.2: Schwächen (Stimmen der Kritiker).....	40
◦ 3.3: Chancen.....	41
◦ 3.4: Gefahren.....	41
◦ 3.5: Zusammenfassung, Massnahmen und Würdigung.....	41
• Kapitel 4: Umsetzung in der Praxis.....	43
◦ 4.1: Rechtliche und regulatorische Anforderungen.....	43
◦ 4.2: Projektrahmen.....	44
◦ 4.3: Projektphase Initialisierung.....	45
▪ 4.3.1: Beschreibung der Phase.....	45

▪ 4.3.2: Phasenziel.....	45
▪ 4.3.3: Resultierende Arbeitsergebnisse.....	45
• 4.3.3.1: Projektantrag.....	46
• 4.3.3.2: Projektplan.....	46
▪ 4.3.4: Abschluss der Phase und Freigabe nächste Phase.....	47
○ 4.4: Projektphase Voranalyse.....	47
▪ 4.4.1: Beschreibung der Phase.....	47
▪ 4.4.2: Phasenziel.....	47
▪ 4.4.3: Resultierende Arbeitsergebnisse.....	47
• 4.4.3.1: Pflichtenheft.....	47
▪ 4.4.4: Abschluss der Phase und Freigabe nächste Phase.....	47
○ 4.5: Projektphase Konzept.....	47
▪ 4.5.1: Beschreibung der Phase.....	47
▪ 4.5.2: Phasenziel.....	47
▪ 4.5.3: Resultierende Arbeitsergebnisse.....	47
• 4.5.3.1: Software Design Description (SDD).....	48
• 4.5.3.2: Fachkonzept Berechnungen.....	50
• 4.5.3.3: Testkonzept.....	53
• 4.5.3.4: Konzept Risikoprofil.....	53
▪ 4.5.4: Abschluss der Phase und Freigabe nächste Phase.....	55
○ 4.6: Projektphase Realisierung.....	55
▪ 4.6.1: Beschreibung der Phase.....	55
▪ 4.6.2: Phasenziel.....	55
▪ 4.6.3: Resultierende Arbeitsergebnisse.....	55
▪ 4.6.4: Hinweise zur Umsetzung.....	55
• 4.6.4.1: toString, hashCode, equals.....	55
• 4.6.4.2: Basisberechnungen durchführen.....	55
• 4.6.4.3: Monte-Carlo-Simulation mit Wiener Prozess.....	56
• 4.6.4.4: Optimales Portfolio finden.....	57
▪ 4.6.5: Abschluss der Phase und Freigabe nächste Phase.....	58
○ 4.7: Projektphase Einführung.....	58
▪ 4.7.1: Beschreibung der Phase.....	58
▪ 4.7.2: Phasenziel.....	58
▪ 4.7.3: Resultierende Arbeitsergebnisse.....	58
• 4.7.3.1: Hinweise zur Einführung.....	58
▪ 4.7.4: Abschluss der Phase und Freigabe nächste Phase.....	59
○ 4.8: Projektphase Abschluss.....	59

▪ 4.8.1: Beschreibung der Phase.....	59
▪ 4.8.2: Phasenziel.....	59
▪ 4.8.3: Resultierende Arbeitsergebnisse.....	59
▪ 4.8.4: Abschluss der Phase = Projektabschluss.....	59
○ 4.9: Konklusion.....	59
• Selbständigkeitserklärung.....	60
• Anhang 1: Bankenumfrage zur Anwendung der Portfoliotheorie	
• Anhang 2: Berechnungsbeispiele zu den mathematischen Grundlagen	
• Anhang 3: Portfoliorisiko mit Matrizen berechnen	
• Anhang 4: Beispiel einer vielfältigen Verwendung von Performance	
• Anhang 5: Sind Aktienrenditen Standardnormalverteilt?	
• Anhang 6: Wie tauglich ist der Korrelationskoeffizient für die Diversifikation und somit für die Risikomessung eines Portfolios?	
• Anhang 7: Wie tauglich ist die Standardabweichung für die Messung eines Aktienrisikos?	
• Anhang 8: Der Anlagehorizont und das zur Wurzel der Zeit zunehmende Risiko	
• Anhang 9: Anleger-Risikoprofile von Banken unter der Lupe	
• Anhang 10: Voranalyse: Pflichtenheft	
• Anhang 11: System-Design	
• Anhang 12: Verwendete Softwarekomponenten	
• Anhang 13: Datenquellen	
• Anhang 14: Installations- und Betriebshandbuch	
• Anhang 15: Über den Autor	
• Anhang 16: Glossar	

Literaturverzeichnis

AKAD Höhere Fachschule Banking und Finance AG (2008), Kursunterlagen Portfoliomanagement

Balzert (2008), Lehrbuch der Softwaretechnik, Heidelberg: Spektrum Akad. Verlag

Breuer (30.04.2009), Portfolio-Selektion und u/s-Prinzip, <http://www.bfw.rwth-aachen.de/>

Callsen-Bracker (30.04.2009), Hauptstudium 1: Risikomanagement und Kapitalmarkt, <http://www.hans-markus.de/>

CFA Institute Board of Governors (2005), Global Investment Performance Standards (GIPS), <http://www.gipsstandards.org/>

Diethart (2008), Monte Carlo Methoden in der Finanzwirtschaft, <http://www.uni-klu.ac.at/main/index.htm>

DMK/DPK (2003), Formeln und Tafeln; Mathematik – Physik, Zürich: orell füssli Verlag AG

Ehret (2007), Übungsblätter zur Finanzmarkttheorie (Finance), <http://www.fh-meschede.de/>

financewiki (30.04.2009.), http://www.isb.uzh.ch/financewiki/index.php/Value_at_Risk

financewiki (30.04.2009), <http://www.isb.uzh.ch/financewiki/index.php/Aktien-Beta>

financewiki (30.04.2009), <http://www.isb.uzh.ch/financewiki/index.php/Korrelationskoeffizient>

Garz, Günther, Moriabadi (2004), Portfolio-Management; Theorie und Anwendung, Frankfurt am Main: Bankakademie Verlag

Härtter (1974), Wahrscheinlichkeitsrechnung für Wirtschafts- und Naturwissenschaftler, Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht

Hager (30.04.2009), Value at Risk Verfahren, <http://www.risknet.de/>

IEEE Standards Association (1998), IEEE Std 1016-1998 IEEE Recommended Practice for Software Design Descriptions

Informatikstrategieorgan Bund ISB (2009), Handbuch HERMES: Projekttyp Systementwicklung, Bern: Bund, Bundespublikationen

invest solutions GmbH (2002), James-Stein Schätzer; Hintergründe, <http://www.fe-consult.de/>

Kempf / Memmel (2003), Über die Schätzung des varianzminimalen Portfolios, <http://www.fmpm.org/>

Lüscher-Marty (2008), Finanzgeschäft der Banken / Portfoliomanagement 1/2 / Praktische Aspekte des Portfoliomanagements, Zürich: Compendio Bildungsmedien AG

Markowitz (2008), Portfolio Selection. Die Grundlagen der optimalen Portfolio-Auswahl, München: FinanzBuch Verlag GmbH

Memmel (2004), Schätzrisiken in der Portfoliotheorie: Auswirkungen und Möglichkeiten der Reduktion, Köln: JOSEF EUL VERLAG GmbH

Morgenstern (2007), Risikomanagement, <http://tmorgenstern.hs-harz.de/>

Nöldeke (2008), Vorlesung 1, Entscheidung, WWZ Universität Basel, <http://www.wwz.unibas.ch/>

Petersen / Pedersen (2008), The Matrix Cookbook, <http://matrixcookbook.com/>

Romano / Gubelmann / Badertscher / Pifko (2007), Management / Projektmanagement 1/4, Grundlagen, Zürich: Compendio Bildungsmedien AG

SBVg (2005), Richtlinien für Vermögensverwaltungsaufträge, <http://www.swissbanking.org/>

Swiss Fund Association SFA (2009), Eine Finanzinnovation setzt sich durch, <http://www.sfa.ch/>

Taleb (2008), Der Schwarze Schwan, München: Carl Hanser Verlag

The Standish Group (20??), Chaos-Report, <http://www.educause.edu/>

Tigges (2008), finEST Workshops 2008, 19te Fachtagung Expertenwissen, <http://www.tetralog.de/>

Tolle / Hutter / Rüthemann / Wohlwend (2007), Strukturierte Produkte in der Vermögensverwaltung, Zürich: Verlag Neue Zürcher Zeitung

Ullenboom (2009), Java ist auch eine Insel, Bonn: Galileo Press

Universität Hamburg, HWI (2008), Portfoliooptimierung nach Markowitz; Moderne Portfoliotheorie, <http://www.wiso.uni-hamburg.de/>

Weber (2007), Anlagerecht, Basel: Helbing Lichtenhahn

Wikipedia (30.04.2009), <http://de.wikipedia.org/wiki/Sankt-Petersburg-Paradoxon>

Wikipedia (30.04.2009), <http://de.wikipedia.org/wiki/GARCH>

Wikipedia (30.04.2009), <http://de.wikipedia.org/wiki/Standardnormalverteilung>

Wikipedia (30.04.2009), <http://de.wikipedia.org/wiki/Varianz>

Wikipedia (30.04.2009), [http://de.wikipedia.org/wiki/Kovarianz_\(Stochastik\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Kovarianz_(Stochastik))

Wikipedia (30.04.2009), <http://de.wikipedia.org/wiki/Monte-Carlo-Simulation>

Wikipedia (30.04.2009), http://de.wikipedia.org/wiki/Behavioral_Finance

Wikipedia (30.04.2009), http://de.wikipedia.org/wiki/Portfolio_Selection

Wikipedia (30.04.2009), <http://de.wikipedia.org/wiki/Schätzfunktion>

Wikipedia (30.04.2009), <http://de.wikipedia.org/wiki/Effizienzmarkthypothese>

Wikipedia (30.04.2009), <http://de.wikipedia.org/wiki/Staatsbankrott>

Yale University (2008), S&P Index van 1825 tot 2007, PDF auf Studentenportal HFBF

Zeitner / Linner / Maier / Göckeler (2008), Spring 2.5, München: Addison-Wesley

Zimmermann / Tanner / Rudolf (2000), Portfoliotheorie und Portfoliomanagement, <http://pages.unibas.ch/wwz/finanz/>

Abbildungsverzeichnis

Nr.	Titel	Seite
2.1	Beispiel einer einfachen Matrix	15
2.2	Überblick über Themen und Elemente der Portfoliotheorie	17
2.3	Risikodiversifikation	18
2.4	Standardnormalverteilung und beliebige Verteilung im Vergleich	19
2.5	Kovarianz-Matrix	21
2.6	Abnehmende Bedeutung der Varianz für das Gesamtrisiko	21
2.7	Effizienzkurve	23
2.8	Varianzminimales Portfolio, MVP	24
2.9	Präferenzfunktion in Matrix und grafisch dargestellt	25
2.1	Zwei Anwendungsvarianten der Portfoliotheorie	26
2.11	Kapitalmarktklinie, KML	27
2.12	Morphologischer Kasten für Monte-Carlo-Simulationen	28
2.13	Relevanter Teil für Value at Risk der Standardnormalverteilung	29
2.14	Bekannte und geläufige Schätzer in der Portfoliotheorie	33
2.15	Printscreen einer Monte-Carlo-Simulation mit Wiener-Prozess in einer Tabellenkalkulation	36
2.16	ETF-Wachstum in Europa. Quelle: SFA Swiss Fund Association	39
3.1	SWOT-Analyse zur Portfoliotheorie	41
4.1	Risikokataster mit möglichen operationellen Risiken nach den Kategorien des FINMA-RS 08/21, Anhang 2	44
4.2	Verwendeter Projektrahmen, Anlehnung an den Projektrahmen von HERMES Systementwicklung	45
4.3	Ausschnitt aus GANTT-Diagramm für Projektplanung	46
4.4	Systems-Engineering der Lösung / System-Design	48
4.5	Berechnungsprozess, Teil 1	52
4.6	Berechnungsprozess, Teil 2	52
4.7	Basisberechnungen mit Java unter Berücksichtigung von unterschiedlichen Renditezeitreihen – Code-Ausschnitt	56
4.8	Monte-Carlo-Simulation mit Wiener Prozess mit Java – Code-Ausschnitt	57
4.9	Java-Code, optimales Portfolio finden – Part Vorbereitung	58

Formelverzeichnis

Nr.	Bezeichnung	Seite
2.1	Erwartungswert für diskrete Variable	10
2.2	Varianz, stetig und diskret	11
2.3	Varianz nach Verschiebungssatz von Steiner	11
2.4	Standardabweichung	12
2.5	Standardabweichung nach Verschiebungssatz von Steiner	12
2.6	Standardabweichung, kurze Schreibweise	13
2.7	Kovarianz	13
2.8	Kovarianz nach Verschiebungssatz von Steiner	13
2.9	Korrelationskoeffizienten / Pearson-Korrelation	13
2.10	Relative Netto-Rendite	14
2.11	Diskrete Gesamtrendite	14
2.12	Durchschnittliche diskrete Rendite	14
2.13	Stetige Gesamtrendite	14
2.14	Durschnittliche stetige Rendite	14
2.15	Stetige in diskrete Rendite	15
2.16	Portfolioerwartungswert / Portfoliorendite, klassische Methode	20
2.17	Portfolioerwartungswert / Portfoliorendite, Matrix-Darstellung	20
2.18	Portfoliorisiko, klassische Darstellung	21
2.19	Portfoliorisiko in Matrix-Darstellung	22
2.20	Effiziente Portfolios	22
2.21	Präferenzfunktion	24
2.22	Optimales Portfolio	25
2.23	Capital Asset Pricing, CAPM	28
2.24	Value at Rsik (VaR) – Variante	29
2.25	Shortfall	29
2.26	Beta, Portfoliobeta	31
2.27	James-Stein-Schätzer	34
2.28	Wiener-Prozess	35
2.29	Mittelwert simulierter Indexveränderungen	35
2.30	Simulierter Indexstand	35
2.31	Simulierte Index-Rendite	35
2.32	Angewandte CAPM-Formel (siehe 2.22)	35
2.33	Geschätzer Kurs der Aktie	35
2.34	Schätzung der Gewichte	37
2.35	Aktienrisiko mit Berücksichtigung von Wechselkursrisiko	37
4.1	Alpha für Risikopräferenzfunktion	54

Management Summary

Die Portfoliotheorie von Markowitz ist heute aktueller denn je. Trotz oder gar wegen der aktuellen Finanz- und Wirtschaftskrise. Aber auch wegen dem Nobelpreis von 1990 und weiteren Nobelpreisen in jüngster Vergangenheit, welche auf dieser Theorie basieren. Viele Banker kennen diese Theorie aber bis heute nur dem Namen nach und können sie entsprechend in der Praxis für die Kunden nicht selber anwenden. Hier setzt die vorliegende Arbeit an. Nach einem kurzen geschichtlichen Abriss und den Abgrenzungen zu anderen Themen der Finanzmathematik wie Performance, Asset Allocation etc. werden die mathematischen Grundlagen ausführlich erklärt und teils mit Beispielen demonstriert. Mit dem mathematischen Wissen in der Tasche wird die Theorie und deren Erweiterungen kompakt erklärt. Berechnungsbeispiele und zahlreiche Illustrationen helfen dabei, die abstrakte Materie zu verstehen. Wir berechnen dabei auf verschiedene Arten die Portfoliorendite und das Portfoliorisiko. Schauen an, was effiziente Portfolios sind und wie wir diese berechnen können. Beim optimalen Portfolio schauen wir eine mögliche Risikopräferenzfunktion an und werden auch sehen, dass eine solche Funktion nach dem u/s-Prinzip gegebenenfalls gegen Regeln des Bernoulli-Prinzip verstösst. Aus dem grossen Reichtum der Erweiterungen zur Portfoliotheorie werfen wir u.a. einen Blick auf die Kapitalmarktklinie, das Capital Asset Pricing Modell, den Value at Risk und das Shortfall-Portfolio. Dadurch werden dem Leser Möglichkeiten aufgezeigt, die Portfoliotheorie modifiziert und/oder ergänzt anzuwenden. Schliesslich wenden wir auch für die Schätzungen und die Schätzrisiken angemessene Zeit auf. Nebst den Grundlegenden Problemen mit den Schätzungen werden Schätzer und Schätzverfahren wie der OLS- oder der James/Stein-Schätzer kurz vorgestellt. Dabei geht es vor allem um deren Vor- und Nachteile. Einer möglichen Monte-Carlo-Simulation mit Wiener Prozess widmen wir gar etwas mehr Aufmerksamkeit. Dadurch wird dem Leser die Komplexität der Schätzungen in der Portfoliotheorie sichtbar gemacht, zugleich aber auch aufgezeigt, wie Schätzrisiken reduziert werden können. Auch die Wechselkursrisiken, die Probleme beim Schätzen der Gewichte und die Probleme mit den historischen Daten blenden wir nicht aus. Diese Themen werden nur beiläufig behandelt – trotzdem werden die wesentlichen Risiken aufgezeigt und Lösungsvarianten angesprochen. Dem Leser werden nicht blauäugig sichere Modelle verkauft, denn die kritischen Auseinandersetzungen mit den zu Grunde liegenden Modellen und deren Prämissen kommen nie zu kurz und werden zur Sprache gebracht. Der interessierte Leser findet dazu in etlichen Anhängen weitergehende Gedankengänge, bspw. zur Behauptung, dass Aktienrenditen nicht normalverteilt sind. Spätestens nach der SWOT-Analyse über die Portfoliotheorie ist der Leser in der Lage, sich selber ein Urteil darüber zu bilden, ob und wie er die Portfoliotheorie selber umsetzen will. Dabei komme ich selber zum Schluss, dass die Portfoliotheorie nicht vollkommen ist, dennoch die einzig wissenschaftliche Methode darstellt um ein Portfolio zu bewirtschaften. Eine mögliche Umsetzungsvariante wird dann im letzten Kapitel aufgezeigt. Dabei werden die rechtlichen und regulatorischen Anforderungen ebenso behandelt und aufgezeigt, wie die operationellen Risiken. Als Projekt gegliedert, dient dieses Kapitel auch als Vorlage für ein eigenes Projekt. Dabei werden neue Fragen für ein mögliches Risikoprofil vorgestellt, wobei sich jeder seine eigene Meinung über Sinn und Unsinn dieser Fragen bilden kann. Das handfeste Resultat dieser Arbeit ist eine rudimentäre Prototyp-Software, welche optimale Portfolios unter Berücksichtigung von rechtlichen und regulatorischen Vorgaben berechnet. Diese ist zu 100 % in Java geschrieben und verwendet ausschliesslich Open-Source-Software-Komponenten.

Kapitel 1

Einführende Aspekte

1.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Die Portfoliotheorie von Henry M. Markowitz war wegweisend für die Entwicklung des modernen Portfoliomanagements und ist heute aktueller denn je. Trotzdem können längst nicht alle im Portfoliomanagement tätigen Banker die Theorie in der Praxis anwenden. Ebenso sind die zu Grunde liegenden Modelle und deren Prämissen nicht allen geläufig. Die Theorie wurde in den letzten Jahren vor allem auf akademischer Ebene weiterentwickelt und verfeinert, ohne dass die neuen Erkenntnisse in genügendem Masse in die Praxis übergegangen sind. Für mich Gründe genug, sich näher mit dieser Theorie und deren Anwendung auseinander zu setzen. Entsprechend verfolge ich mit dieser Arbeit drei Ziele:

- Die Portfoliotheorie, deren Erweiterungen und die mathematischen Grundlagen verständlich zu erklären, so dass auch ein mathematisch nicht versierter Banker diese versteht, nachvollziehen und selber anwenden kann;
- Die zu Grunde liegenden Modelle, deren Prämissen und die daraus entstehenden Stärken und Schwächen so zu erläutern, dass sich der Leser letztlich selber eine Meinung darüber bilden kann, ob und wie er die Portfoliotheorie und deren Erweiterungen nutzen will;
- Untersuchen, wie die Portfoliotheorie in der Praxis effizient umgesetzt und angewendet werden kann. Dazu will ich eine entsprechende Software als Prototyp entwickeln.¹

Die Portfoliotheorie von Markowitz war ursprünglich nur für Aktien gedacht. In Verbindung mit speziellen Portfolios können aber auch Obligationen als Beimischung verwendet werden. Mit wenigen Ausnahmen gehe ich in dieser Arbeit von reinen Aktienportfolios aus.

1.2 Systematik der Darstellung

Diese Arbeit gliedert sich in vier Hauptkapitel. Kapitel eins befasst sich mit der Geschichte und der heutigen Bedeutung der Portfoliotheorie, sowie mit der Abgrenzung zu anderen Themen der Finanzmathematik. Kapitel zwei befasst sich mit den mathematischen und theoretischen Grundlagen der Theorie. Die mathematischen Grundlagen zu Beginn dieses zweiten Kapitels ermöglichen auch einem mathematisch nicht gewandten Leser die nachfolgenden theoretischen Grundlagen der Theorie zu verstehen. Im Kapitel drei kommen auch kritische Stimmen zum Wort, die Vor- und Nachteile werden aufgezeigt. Das Kapitel vier befasst sich dann mit der Umsetzung und Anwendung in der Praxis. Der Aufbau orientiert sich dabei an einem Projektablauf und auch die verwendeten Elemente darin stammen zu einem grossen Teil aus dem Projektmanagement. Dies unterstreicht den praktischen Ansatz dieses letzten Kapitels.

1.3 Geschichte der Theorie

Die Portfoliotheorie von Harry M. Markowitz gehört zur Kapitalmarkttheorie, welche mittlerweile eine anerkannte und eigenständige Disziplin innerhalb der Wirtschaftswissenschaften ist. Doch dies war nicht immer so. Noch vor gut 100 Jahren war der Aktienmarkt wissenschaftlich überhaupt nicht erfasst, oder gar analysiert. Die erste wissenschaftliche Analyse des Aktienmarktes stammt von Louis Bachelier, einem

¹ Dabei geht es vor allem darum aufzuzeigen, mit welchen Komponenten eine solche Software entwickelt werden kann und was zu beachten ist. Der dieser Arbeit beiliegende Prototyp kann natürlich nicht 1:1 so genutzt werden. Dazu fehlen noch etliche Funktionalitäten

französischen Mathematiker aus dem Jahre 1900. Herr Bachelier war seiner Zeit allerdings weit voraus, denn eine breitere wissenschaftliche Untersuchung fand erst nach dem Börsencrash von 1929 statt. Bei diesem Crash verloren auch einige namhafte Ökonomen viel Geld. Zwei von ihnen waren Irving Fisher und Alfred Cowles. Beide machten sich auf die Suche nach den Ursachen für den Crash und stellten sich die Frage, ob Aktienkurse vorhersehbar sind. Die Suche brachte die beiden zusammen. Alfred Cowles war wohlhabend und gründete wenige später die Cowles Foundation, welche sich mit der wissenschaftlichen Forschung auf dem Gebiet der Kapitalmärkte befasste. Aus dieser Foundation sollten viele spätere Nobelpreisträger hervorgehen. Einer von diesen Schützlingen ist Harry M. Markowitz. Herr Markowitz veröffentlichte im Jahre **1952** seine Portfoliotheorie als Dissertation unter dem Namen „**Portfolio Selection**“. Interessant dabei ist, dass selbst Milton Friedman, seines Zeichens damals einer der Prüfer dieser Arbeit, die Tauglichkeit dieser Arbeit in Frage stellte. **1990** erhielt Herr Markowitz den Nobelpreis der Ökonomie für seine Arbeit². Obwohl Herr Markowitz die Portfoliotheorie revolutioniert hat und auf Grund seiner Dissertation als Urheber dieser gilt, lassen sich seine Überlegungen durchaus in die Entwicklung der Kapitalmarkttheorie einordnen. Dies ergibt sich nicht zuletzt aus dem Umstand, dass er in der Cowles Foundation tätig war. Aber selbst Markowitz räumt rückwirkend ein, dass seine Ideen auf vorhandenen Bausteinen beruhen. Solche Wegbereiter sind die Arbeiten von Hicks (1935), Williams (1938) und Roy (1952). Die Arbeit von Williams aus dem Jahre 1938 war offenbar der Auslöser für die Grundidee der Portfoliotheorie. Herr Williams machte die Aussage, dass ein Investor nur die Aktie kaufen soll, von der er annimmt, dass sie am meisten Ertrag erzielt. Er fragte sich, weshalb man auch noch eine andere Aktie kaufen sollte, von der man weniger Ertrag erwartete. Herr Markowitz kam eines Tages der Gedanke, dass man auch oder vor allem am **Risiko** interessiert sein sollte – und nicht nur am Ertrag einer Investition. Angetan von diesem Gedanke machte er sich an seine Dissertation.

1.4 Bedeutung der Theorie heute

Wenn man sich durch die Literatur zur Portfoliotheorie liest, wird einem unmissverständlich erklärt, dass diese Theorie aus der heutigen Wirtschaft nicht mehr wegzudenken ist. Ich wollte mir über die Bedeutung der Theorie in der heutigen Zeit selber ein Bild machen. Dazu sprach ich mit etlichen Bankenvertreter und habe eine schriftliche Bankumfrage zum Thema gemacht. Die Fragen zu dieser Umfrage finden Sie im Anhang 1. Meine persönlichen Erkenntnisse zur heutigen Bedeutung der Theorie auf Grund von Gesprächen und der schriftlichen Umfrage kann ich wie folgt zusammenfassen: Die Theorie ist allen bekannt, zumindest dem Namen nach. Praktisch alle Personen beurteilen die Theorie als wichtig und richtiges Werkzeug. Soweit deckt sich dies mit den Aussagen aus der Literatur. Analysiert man die konkrete Anwendung der Banken in der Praxis, so stellt man aber fest, dass von der Theorie einzig der Gedanke der Diversifikation übrig geblieben ist. Keine der angefragten Banken hat angegeben, dass sie für Kunden Portfolios effektiv mit den Grundlagen der Theorie nach Markowitz berechnet und umsetzt.

1.5 Abgrenzungen zu anderen Themen der Finanzmathematik

Die Finanzmathematik bzw. die Finanzwissenschaften sind inzwischen ein grosser Teil der Wirtschaftswissenschaft. Immer mehr werden einzelne Themen miteinander vermischt, optimiert oder bauen aufeinander auf. Es würde den Umfang dieser Arbeit sprengen, wenn wir auch nur die wichtigsten Themen der Finanzwissenschaften zum Portfoliomanagement behandeln wollten. Es ist deshalb unabdinglich für diese Arbeit, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, die wichtigsten Abgrenzungen anzugeben. In gewisser Weise stellen diese Abgrenzungen so auch Prämissen für die vorliegende Arbeit dar.

² Der Nobelpreis ist der angesehenste Preis in vielen Wissenschaften. Die Auswahl der Gewinner wird aber immer wieder kritisiert. Jüngst ermittelt gar die Finnische Staatsanwaltschaft wegen Verdacht auf Korruption gegen die Jury, womit sich die Frage stärker den je stellt, wie viel Wert dieser Preis ist und anhand von was die Gewinner ausgesucht werden

1.5.1 Asset Allocation

Unter Asset Allocation versteht man allgemein den Prozess, das Vermögen strukturiert auf verschiedene Anlagemöglichkeiten (Assets) zu verteilen und dort zu diversifizieren (Allocation). Es wird dabei zwischen strategischer und taktischer Asset Allocation unterschieden. Die Strategische beinhaltet dabei die Festlegung der verfügbaren Anlageklassen (Assets) sowie Bandbreiten und Grundsätze der Zuteilung (Allocation). Die taktische Asset Allocation befasst sich dann mit der konkreten Umsetzung innerhalb dieser Bandbreiten der verfügbaren Anlageklassen für einen Kunden. Wichtig ist die Erkenntnis, dass sich Asset Allocation und Portfoliotheorie keines Falls konkurrieren müssen. Denn für die Titelselektion oder die Berechnung der optimalen Gewichte innerhalb von Klassen und Bandbreiten kann die Portfoliotheorie hervorragend gebraucht werden. In dieser Arbeit gehen ich davon aus, dass die Bank eine strategische Asset Allocation hat, die mögliche Anlageklassen also definiert und beschrieben sind, sowie die Prozesse und Methoden festgelegt sind, für welchen Kunden welche Anlageklasse mit welcher Gewichtung zur Anwendung gelangen. Für gewisse Ansätze gehe ich davon aus, dass eine Bank bereits eine Titelselektion vorgenommen hat, im Wissen, dass dies in der Praxis nicht direkt in der strategischen Asset Allocation gemacht wird.

1.5.2 Behavioral Finance

Behavioral Finance ist ein Teil der Wirtschaftswissenschaft und befasst sich vor allem mit dem Verhalten der Menschen im Bezug zu Märkten (Marktverhalten). In der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass die klassische Finanzmarkttheorie nicht alle Phänomene an den Märkten zu erklären vermag. Behavioral Finance ist eine ernst zu nehmende Wissenschaft. Allerdings gilt es auch zu erwähnen, dass mit Behavioral Finance-Theorien vor allem kurzfristige Phänomene erklärt werden können. Langfristig betrachtet (ab 20-25 Jahren) liefert die klassische Finanzmarkttheorie nach wie vor gute Erklärungen. Es ist also nicht ein entweder oder, sondern mehr eine wichtige Ergänzung für den kurzfristigen Bereich. Weiter muss auch erwähnt werden, dass ein Investieren auf Grund der Behavioral Finance-Theorie nicht leicht ist, da es fast ausschliesslich weiche Faktoren gibt und man als Investor selber den Tücken verfallt, die man ausnutzen will. Behavioral Finance liefert wichtige und wertvolle Informationen und Theorien zum Kundenverhalten im Bezug auf Risiko und Verlust. Und genau diesen Teil von Behavioral Finance werde ich im Kapitel 4 nutzen, um das Kundenrisikoprofil zu optimieren und eine neue Varianten zu präsentieren. Weitergehend wird auf dieses Thema im Rahmen dieser Arbeit nicht eingegangen.

1.5.3 Portfolio-Insurance

Als Portfolio-Insurance versteht man die „Versicherung“ eines Portfolios mit Derivaten Finanzinstrumenten. Dabei geht es vor allem darum, dass das Portfolio an steigenden Entwicklungen teilnimmt, aber gegen Verluste abgesichert ist. Dazu wird eine untere Schmerzgrenze definiert, einen sog. floor. Bei der Portfolio-Insurance wird die Asymmetrie von Derivaten Finanzinstrumenten ausgenutzt. Die Darstellung einer solchen „Versicherung“ erfolgt meist mit einer Gewinn-Verlust-Funktion, wobei der Wertverlust bzw. die Wertschwankung nach unten, eben auf den floor, begrenzt ist. Bei der Portfoliotheorie geht man von normal symmetrisch verteilten Renditen aus, welche auf beide Seiten gleichermassen ausschlagen können. Die Portfoliotheorie kann daher nicht mit der Portfolio-Insurance vermischt werden, da es zwei unterschiedliche Konzepte mit unterschiedlichen Annahmen und Grundlagen sind. Kommt hinzu, dass die Portfolio-Insurance einfacher und besser funktioniert, wenn man wenig Diversifiziert ist, da die Abhängigkeiten kleiner sind. Bei der Portfoliotheorie geht es ja aber genau um die Diversifikation. Somit ist die Portfolio-Insurance als Alternative zur Portfoliotheorie anzusehen. Dennoch gibt es Modelle, mit welchen

man diese beiden Welte zusammenbringen kann. Ein solches Modell ist der Value at Risk, welchen wir in Kapitel 2 kurz anschauen werden. Ansonsten gehen wir im Rahmen dieser Arbeit nicht auf dieses Thema ein.

1.5.4 Performance

Performance ist allgemein formuliert ein Mass der Zielerreichung. Im Zusammenhang mit einem Portfolio ist die Performance die Masszahl zum Vergleich der Portfoliorendite mit einem im Voraus festgelegten Benchmark für eine bestimmte Periode³. Die Performance drückt also nicht die absolute monetäre oder prozentuale Rendite zum eingesetzten Kapital eines Portfolios aus, sondern gibt einen Vergleich zum Benchmark wieder. In der Praxis wird daher zu einem Portfolio bzw. zu einer Strategie immer auch ein Benchmark definiert, an dem man sich als Bank misst. Es gibt viele verschiedene Arten, wie man die Performance messen kann. Grob unterscheidet man zwischen ein- und zweidimensionaler Performance, sowie zwischen risikoadjustierter oder nicht risikoadjustierter Performance. Das Thema ist wichtig und gerade im Zusammenhang mit der Portfoliotheorie ein nicht einfaches Unterfangen, weil sich die Frage stellt, welcher Benchmark der richtige ist. Bei der Portfoliotheorie geht es ja darum, ein auf den Kunden zugeschnittenes Portfolio zusammen zu stellen. Benchmarks von Dritten (vor allem Indizes) haben aber meistens ein anderes Risiko-Ertragsverhältnis und verwenden nicht die gleiche Asset Allocation und können daher nur schwer als Benchmark für ein individuelles Portfolio verwendet werden. Ein möglicher Ansatz für die Portfoliotheorie sind sog. synthetische Benchmarks⁴, wobei der der Risikoadjustierung für die konkrete Berechnung von einem solchen synthetischen Benchmark zu einem individuellen Kundenportfolio eine grosse Bedeutung beizumessen ist. Obwohl das Thema wichtig und interessant ist, kann ich es im Rahmen dieser Arbeit nicht vertieft behandeln und werde es bei der Umsetzung im Kapitel 4 auch vernachlässigen.

³ Es gibt ganz unterschiedliche Auffassungen von Performance für Portfolios. Eine allgemein verbindliche Definition gibt es nicht. Nach der Definition der GIPS (Global Investment Performance Standards, vormals PPS) versteht man unter Performance auch einfach die Rendite, also ohne Vergleich zu einem Benchmark. Da man mit der Performance aber schlussendlich eine Zielerreichung messen will, braucht es meiner Meinung nach immer eine Vergleichsgrösse, sonst hat man einfache eine Renditezahl, ohne dass diese beurteilt werden kann

⁴ Synthetische Benchmarks sind selber zusammengestellt Benchmarks. Sie können dort zur Anwendung gelangen, wo es keinen „offiziellen“ eines Dritten gibt, welche die gleiche Asset Allocation braucht. Hat man für jede Kombination von Assets einen solchen synthetischen Benchmark, kann man unter Anwendung einer Risikoadjustierung diesen für die individuellen Kundenportfolios verwenden. Ein weiterer möglicher Ansatz ist es, für jede Asset-Klasse der Kundenportfolios einen entsprechenden Benchmark eines Dritten zu verwenden und diese dann einzeln Asset-weise zu berechnen und auszuweisen. Die Voraussetzung ist, dass man Asset-Klassen hat, zu denen es auch einen vernünftigen Benchmark gibt

Kapitel 2

Grundlagen der Portfoliotheorie

2.1 Mathematische Grundlagen

Für das Verständnis dieser Arbeit sind grundlegende Kenntnisse der Mathematik, präziser der Stochastik, notwendig. Die für die Portfoliotheorie wichtigsten Begriffe und Anwendungen werden nachfolgend ausführlich erklärt, so dass auch Leser ohne vertiefte mathematischen Kenntnisse den Ausführungen der Theorie und deren Anwendung in der Praxis folgen können. Konkrete Rechenbeispiele befinden sich wo hilfreich im Anhang 2.

2.1.1 Erwartungswert

Der Erwartungswert wird manchmal von Laien auch als Mittelwert⁵ bezeichnet und ist ein Begriff der Stochastik⁶. In jedem Fall falsch ist der Begriff Mittelwert nicht. Aber wie Sie nachfolgend sehen werden ist er auch nicht korrekt und kann nicht synonym verwendet werden. Erwarten tut man beim Erwartungswert eigentlich den Mittelwert. Während der Mittelwert in die Vergangenheit blickt und eine empirische Zahlenreihe untersucht, versucht man mit dem Erwartungswert den Mittelwert von einer möglichen künftigen Zahlenreihe zu raten. Sie werden später aber auch noch sehen, dass man mit der Methode des Erwartungswertes auch einen korrekten Mittelwert einer bestehenden Zahlenreihe berechnen kann. Insofern ist der Begriff Mittelwert eben nicht in jedem Fall falsch. Wir befassen uns in diesen Erläuterungen zum Erwartungswert nur mit der Berechnung bei einer diskreten⁷ Zufallsvariable und lassen Nebenbedingungen bei Seite, da diese bei unseren Fällen nicht auftreten. Wer sich vertieft mit dem Erwartungswert befassen möchte, kann dies mit einschlägiger Literatur⁸ tun. Die Funktion für den Erwartungswert wird meist mit $E(X)$ geschrieben, den Erwartungswert selber mit dem griechischen Zeichen μ . Die Funktion $E(X)$ bezeichnet man häufig auch als Zufallsvariable wobei die Variable im eigentlichen Sinne nur der Rückgabewert der Funktion, also μ , ist. Die allgemeine Formel für die Berechnung des Erwartungswertes für diskrete Variablen lautet:

$$\mu = E(X) = \sum_{i=1}^n x_i \cdot P(X=x_i)$$

Formel 2.1

Der Teil $P(X = x_i)$ der Formel stellt die Funktion für die Wahrscheinlichkeit dar. X (grosses X) in dieser Formel ist ein n -komponentiger Vektor. x_i (kleines x mit tief gestelltem i) ist eine spezifische Komponenten von X .

In Worten sagt die Formel aus, dass sich der Erwartungswert aus der Summe der Produkte der jeweiligen Werte (Elementen aus X) mit deren jeweiligen Wahrscheinlichkeit ($P(X=x_i)$) ergibt. Im Anhang 2 finden Sie Berechnungsbeispiele für den Erwartungswert. Die Benutzung des Erwartungswertes sollte keinesfalls leichtfertig erfolgen. Es gibt Konstellationen in denen die Berechnung einen Erwartungswert liefert, der nicht realistisch ist und ggf. zu Fehlentscheidungen führen kann. Eine solche Konstellation wird im Sankt-

⁵ Wenn hier von Mittelwert die Rede ist, dann ist immer das arithmetische Mittel gemeint

⁶ Stochastik stammt vom altgriechischen *stochastike technē* und bedeutet auf Deutsch Ratekunst. Es ist ein Oberbegriff der Mathematik, welcher die Gebiete der Wahrscheinlichkeitsrechnung und der Statistik zusammenfasst

⁷ Diskret bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die zu Grunde liegende oder zu schätzende Zahlenreihe von X endlich viele Elemente hat, oder abzählbar unendliche. Wir befassen uns hier nur mit endlichen Zahlenreihen

⁸ Zum Beispiel Härtter, Wahrscheinlichkeitsrechnung für Wirtschafts- und Naturwissenschaftler

Petersburg-Paradoxon⁹ beschrieben, bei welchem die Zufallsvariable $E(X)$ einen unendlichen Erwartungswert liefert, obwohl dies in der Realität überhaupt nicht der Fall ist. Eine kritische Überprüfung der Ergebnisse ist also empfehlenswert.

2.1.2 Varianz

Varianz ist eine Bezeichnung aus der Stochastik und gehört zu den Streuungsmassen. Mit der Varianz wird berechnet, wie die einzelnen Elemente einer Zahlenreihe vom Erwartungswert abweichen. Der Nachteil der Varianz ist der, dass das Ergebnis der Berechnung nicht der Einheit der Grunddaten entspricht. Man kann auf Grund der Varianz daher keine Aussage darüber machen, wie stark eine Streuung ist. Damit eine Aussage zur Stärke gemacht werden kann, muss die Varianz normalisiert werden. Die normalisierte Form der Varianz ist die Standardabweichung, auf welche wir später noch zurückkommen werden. In der Praxis wird die Varianz meist nur als Zwischenergebnis gebraucht und dient als Grundlage für weitere Berechnungen. Die Funktion der Varianz wird meist als $V(X)$ oder $\text{Var}(X)$ geschrieben. Der Rückgabewert der Funktion, also der Wert der Varianz, wird als σ^2 geschrieben (kleines griechisches „s“, Sigma, im Quadrat). Die allgemeine Formel für die Berechnung der Varianz wird wie folgt angegeben (diskret und stetig):

$$\sigma^2 = \text{Var}(X) = E((X - \mu)^2)$$

Formel 2.2

Wobei μ der Erwartungswert ist. Die Varianz ist also der zweite zentrale Moment¹⁰. In Worten sagt die Formel aus, dass die Varianz der Erwartungswert der quadrierten Differenzen von jedem Element zum Erwartungswert der Grundmenge ist. Zum besseren Verständnis der Formel sei in Erinnerung gerufen, dass X ein n -komponentiger Vektor ist. Im Anhang 2 finden Sie ein Berechnungsbeispiel für die Varianz.

Wir wollen uns jetzt noch eine einfachere Variante anschauen. Nach dem Verschiebungssatz von Steiner¹¹, lässt sich die Varianz auch mit der folgenden Formel berechnen:

$$\sigma^2 = E(X^2) - (E(X))^2$$

Formel 2.3

Die Elemente dieser Formel sollten bekannt sein. Schauen wir uns die einzelnen Teile genauer an. $E(X^2)$ heisst nichts anderes, als die Zahlenreihe (jeder einzelne Wert dieser) X zu quadrieren und von dieser "neuen" Zahlenreihe den Erwartungswert zu berechnen. $(E(X))^2$, heisst nichts anderes, als den Erwartungswert μ der Funktion $E(X)$ zu quadrieren. Zusammengefasst: zuerst Zahlenreihe quadrieren und dann Erwartungswert berechnen, dann Erwartungswert berechnen und nachher quadrieren und anschliessend den zweiten vom ersten Schritt subtrahieren. Es gilt hier zu beachten, dass dies die Varianz für eine Vollerhebung ergibt. Für die Varianz aus einer Stichprobe, muss das Resultat noch mit folgender

Formel multipliziert werden $\frac{n}{n-1}$, wobei n die Anzahl Elemente ist.

2.1.3 Logarithmus

Logarithmus stammt aus dem Griechischen und bedeutet auf Deutsch Verhältniszahl. Mit Logarithmen ist

⁹ Wer mehr zum Sankt-Petersburg-Paradoxon wissen möchte, kann dies in entsprechender Literatur nachschlagen. Ein guter Überblick bietet auch Wikipedia unter <http://de.wikipedia.org/wiki/Sankt-Petersburg-Paradoxon>

¹⁰ Beim zentralen Moment wird die Verteilung der Wahrscheinlichkeitsmasse um den Erwartungswert angeschaut

¹¹ Jakob Steiner (1796-1863) war ein Schweizer Mathematiker. Sein Fachgebiet war vor allem die Geometrie. Der Verschiebungssatz von Steiner ist eine Rechenregel, mit der man Summen von quadratischen Abweichungen berechnen kann. Auf eine Herleitung wird an dieser Stelle verzichtet

es möglich, eine Multiplikation durch Additionen auszudrücken ($\log(xy) = \log(x) + \log(y)$). Formal betrachtet sind Logarithmen Lösungen der folgenden Gleichung: $a = b^x$. Wichtig ist, dass Logarithmen zu unterschiedlichen Basen berechnet werden können. Nachfolgen sind die gebräuchlichsten aufgeführt. Die Aufzählung wiedergibt auch gleich die Schreibweisen vom Logarithmus:

- $\log_b$ Logarithmus zur Basis b
- $\ln$ Logarithmus zur Basis e, der eulerschen Zahl: 2,718281828459 ..., auch natürlicher Logarithmus genannt
- $\lg$ Logarithmus zur Basis 10, auch Zehnerlogarithmus genannt
- $\lg$ Logarithmus zur Basis 2
- $\log$ Kommt drauf an. Bei den meisten Taschenrechner ist dies das Symbol für den Logarithmus zur Basis 10. Bei Computern ist es meist das Symbol für den Logarithmus zur Basis 2. Es ist immer besser, die Basis anzugeben.

Wichtiger Hinweis:

Ein Logarithmus für Null und negative Zahlen im reellen Zahlenbereich ist nicht definiert. $\ln(-3)$ kann bspw. nicht gerechnet werden. $\ln(-3)$ würde nach obiger Formel $-3 = 10^x$ heissen. Und dies ist für keine Reelle Zahl x möglich. Negative Zahlen können nur mit komplexen Logarithmen berechnet werden, wobei auch diese dort nicht eindeutig bestimmt sind. Bei der Berechnung von logarithmierten Renditen verwendet man die mathematische Schreibweise mit $1 + r$, für 5 % bspw. 1.05. Da Renditen maximal 100 % negativ sein können, kann nur genau dieser Fall nicht logarithmiert werden. $1 + (-1) = 0$, $\ln(0)$ ist nicht definiert. Für die restlichen negativen Renditen ergibt sich eine zu logarithmierende Zahl von > 0 .

2.1.4 Standardabweichung

Die Standardabweichung ist ein Begriff der Stochastik und ist ein Streumass. Sie gibt an, wie stark eine Zahlenreihe streut, d.h., wie gross die Abweichung von Einzelwerten einer Zahlenreihe von ihrem Erwartungswert ist. Bei der Varianz haben wir festgehalten, dass diese in der Praxis nur bedingt gebraucht werden kann, da deren Ergebnis nicht die gleiche Einheit wie die Grundmenge aufweist. Die Standardabweichung kann man nun sehr gut verwenden, da diese durch die Normierung die gleiche Einheit wie die Grundeinheit aufweist. Die Standardabweichung hat in der Portfoliotheorie, aber auch generell in der Statistik, eine grosse Bedeutung. In der Finanzmathematik spricht man oft auch von Volatilität der Aktien, was im Grunde nichts anderes ist als die Standardabweichung der historischen Kurswerte. Die Standardabweichung wird mit dem griechischen Zeichen σ geschrieben. Schon an der Schreibweise wird erkenntlich und es wurde bereits angedeutet, dass die Standardabweichung aus der Varianz berechnet wird. Zur Erinnerung: Die Varianz wird mit dem Zeichen σ^2 geschrieben.

Die Standardabweichung σ ist die Quadratwurzel der Varianz σ^2 .

Die allgemeine vollständige Formel der Standardabweichung lautet:

$$\sigma = \sqrt{E((X - \mu)^2)}$$

Formel 2.4

Oder mit dem Verschiebungssatz:

$$\sigma = \sqrt{E(X^2) - (E(X))^2}$$

Formel 2.5

Oder in der kürzeren Schreibweise mit der Varianz als Zeichen:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

Formel 2.6

2.1.5 Kovarianz

Die Kovarianz ist wie die Varianz ein Begriff aus der Stochastik. Während mit der Varianz ein statistisches Merkmal untersucht wird, werden mit der Kovarianz zwei statistische Merkmale untersucht. Genauer formuliert ist sie eine Masszahl, um den Zusammenhang zwischen zwei statistischen Merkmalen auszudrücken. Ist die Kovarianz positiv, so besteht ein gleichsinniger linearer Zusammenhang zwischen den beiden statistischen Merkmalen. Ist die Kovarianz negativ, so besteht ein gegenteiliger linearer Zusammenhang. Ist die Kovarianz Null, so kann kein Zusammenhang festgestellt werden. Analog der Varianz ist auch die Kovarianz eine sog. nichtstandardisierte Messgrösse. Daher kann mit der Kovarianz nicht festgestellt werden, wie stark ein Zusammenhang ist (es ist nur die Richtung erkennbar: positiv, negativ oder Null). Dazu muss diese zuerst Standardisiert werden. Wir kommen beim nächsten Punkt, dem Korrelationskoeffizienten, im Detail dazu. Die Varianz und die Kovarianz sind eng miteinander verwandt. Wenn man die Kovarianz zweier identischer statistischer Merkmale berechnet, erhält man die Varianz von diesem Merkmal (so kann man die Varianz von Hand ebenfalls relativ schnell berechnen). Es gilt: $\text{Var}(X) = \text{Cov}(X, X)$. Die Funktion der Kovarianz wird meist als $\text{Cov}(X, Y)$ geschrieben. Der Rückgabewert der Funktion, also der Wert der Kovarianz, wird als $\sigma_{i,j}^2$ geschrieben. Die allgemeine Formel für die Kovarianz lautet wie folgt:

$$\sigma_{i,j}^2 = \text{Cov}(X, Y) = E((X - E(X))(Y - E(Y)))$$

Formel 2.7

Wie bei der Varianz gilt auch bei der Kovarianz der Verschiebungssatz von Steiner:

$$\sigma_{i,j}^2 = \text{Cov}(X, Y) = E(X * Y) - E(X)E(Y)$$

Formel 2.8

Im Anhang 2 finden Sie ein Berechnungsbeispiel für die Kovarianz nach dem Verschiebungssatz.

2.1.6 Korrelationskoeffizient

Der Korrelationskoeffizient, auch Pearson-Korrelation genannt, ist eine Masseinheit, um den linearen Zusammenhang zweier (intervallskalierten) statistischer Merkmale zu messen. Der Korrelationskoeffizient hat immer einen Wert zwischen -1 und +1. Ein Wert von +1 bedeutet, dass die beiden Merkmale vollständig positiv linear korrelieren. Ein Wert von 0 bedeutet, dass die zwei Merkmale unabhängig von einander sind, also gar nicht korrelieren. Ein Wert von -1 bedeutet, dass die beiden Merkmale vollständig negativ linear korrelieren. Alle Zwischenwerte (reelle Zahlen) geben eine Gewichtung an (starke Korrelation, schwache Korrelation etc.). Die Funktion der Korrelation schreibt man meist als $\text{Kor}(X, Y)$. Der Wert der Korrelation selber, also der Rückgabewert der Funktion schreibt man meist als ρ . Die allgemeine Formel für den Korrelationskoeffizienten oder genauer die Pearson-Korrelation lautet:

$$\rho = \text{Kor}(X, Y) = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{\text{Var}(X) * \text{Var}(Y)} = \frac{\sigma_{X,Y}}{\sigma_X * \sigma_Y}$$

Formel 2.9

Es ist also nichts anderes, als die Kovarianz dividiert durch die Varianz X multipliziert mit der Varianz Y.

2.1.7 Renditen

Die Rendite ist eine Verhältniszahl aus der Finanzmathematik. Mit der Rendite misst man das Verhältnis zwischen den Einzahlungen (auch der Investition) und den Aus- bzw. Rückzahlungen (auch oder häufig dem aktuellen Wert der Einzahlungen oder der Investition). Die Rendite darf nicht mit der Performance verwechselt werden. Man unterscheidet zwischen diskreten und stetigen Renditen, sowie zwischen Zeit- und Geldgewichteten Renditen. Weiter muss man zwischen der Gesamt- oder absoluten Rendite und der durchschnittlichen Rendite unterscheiden. Häufig schreibt man R oder r für die Rendite, mit r_i für eine bestimmte Rendite. Hat man sowohl Ein- wie auch Aus- oder Endkapital, so lautet die allgemeine Formel für die Gesamtrendite wie folgt:

$$\text{relative Netto-Rendite} = \frac{\text{Preis Ende} - \text{Preis Anfang}}{\text{Preis Anfang}}$$

Formel 2.10

Hat man nur die einzelnen diskreten (einfachen) Teilrenditen, so lautet die Formel für die Gesamtrendite wie folgt:

$$\text{diskrete Gesamtrendite} = \left(\prod_{i=1}^n 1 + r_i \right) - 1$$

Formel 2.11

r_i als Rendite in der mathematischen Schreibweise. Für 5 % also 0.05. Diskrete Renditen werden multiplikativ verknüpft, um die Gesamtrendite zu berechnen. Hat man diskrete Renditen und will die durchschnittliche Rendite wissen, so lautet die Formel wie folgt:

$$\text{durchschnittliche diskrete Rendite} = \sqrt[n]{\left(\prod_{i=1}^n 1 + r_i \right)} - 1$$

Formel 2.12

Für diskrete Rendite berechnet man den Durchschnitt nicht mit dem arithmetischen Mittel, sondern mit dem *geometrischen* Mittel. n steht dabei für die Anzahl Renditen (r_i) die wir haben. Hat man die einzelnen stetigen (logarithmierten) Teilrenditen, so lautet die Formel für die Gesamtrendite wie folgt:

$$\text{stetige Gesamtrendite} = \sum_{i=1}^n \ln(1 + r_i) \quad \text{Mit der Nebenbedingung: } (1 + r_i) \neq 0$$

Formel 2.13

In obiger Formel ist auch gleich ersichtlich, wie man diskrete in stetige Renditen umrechnet: Mit dem natürlichen Logarithmus. Stetige Renditen werden additiv verknüpft, um auf die logarithmierte Gesamtrendite zu kommen. Die Nebenbedingung braucht es für den Fall, dass die Rendite -100 % beträgt. In diesem Fall müsste man $-\ln(2)$ berechnen¹². Hat man stetige Renditen und will die durchschnittliche stetige Rendite wissen, so lautet die Formel wie folgt:

$$\text{durchschnittliche stetige Rendite} = \frac{\sum_{i=1}^n \ln(1 + r_i)}{n}$$

Formel 2.14

¹² $\ln(2)$ ist der Logarithmus für 100 % Rendite – diese negativ verwenden

Für stetige Renditen berechnet man den Durchschnitt nicht mit dem geometrischen Mittel, sondern mit dem *arithmetischen* Mittel. n steht für die Anzahl Renditen (r_i) die wir haben. Stetige Renditen kann man einfach mit der Euler'schen Zahl bzw. dessen Exponentialfunktion in diskrete umrechnen. Die Formel dazu lautet wie folgt:

$$\text{Rendite diskret} = e^{\text{stetige Rendite}} - 1 \quad \text{Rendite diskret negativ} = 1 - e^{-\text{stetige Rendite}}$$

Formel 2.15

Für die Berechnung von Volatilitäten (Renditestandardabweichungen) oder zur Schätzung von künftigen Renditen verwendet man häufig stetige Renditen, da diese besser durch die Normalverteilung approximiert¹³ werden können als die diskreten Renditen. Mit anderen Worten sind stetige Renditen eher normalverteilt¹⁴. Dies ist auf das Gesetz der grossen Zahlen zurückzuführen.

2.1.9 Matrizen

Matrizen ist die Mehrzahl von Matrix¹⁵. In der Mathematik bezeichnet man eine Matrix als eine Tabelle (zweidimensionaler Körper mit Spalten und Zeilen) die Zahlen enthält und die addiert oder multipliziert werden kann:

1	3	2
3	2	1
2	1	3

Abb. 2.1 / Beispiel einer einfachen Matrix

Die Spalten einer Matrix nennt man allgemein Spaltenvektoren und die Zeilen entsprechend Zeilenvektoren. Für die Notation einer Matrix gibt es verschiedene Varianten. Gängige Schreibweisen sind Grossbuchstaben (z.B. A) oder unterstrichene Kleinbuchstaben¹⁶ (z. B. $\underline{a}$). In dieser Arbeit werden Matrizen immer mit unterstrichenen Kleinbuchstaben oder griechischen Grossbuchstaben geschrieben. Mit der Notation $\underline{a}_{ij}$ greift man auf ein spezifisches Feld, genannt Komponente, der Matrix zu. Die Notation $\underline{a}_{2,2}$ angewandt auf die Matrix der Abbildung 2.1, zeigt beispielsweise auf den Wert 2 (in der Mitte der Matrix, zweite Zeile zweite Spalte). Eine Matrix muss immer zuerst definiert werden, damit man mit ihr Rechnen kann. Die Definition erfolgt entweder mit einer konkreten Deklaration aus Zahlen oder als Funktion. Eine direkte Deklaration erfolgt immer zwischen zwei Klammern, wobei die Form der Klammern nicht fix festgelegt ist (runde oder eckige Klammer). Nachfolgend sehe Sie ein Beispiel einer solchen Matrix-Definition:

$$\underline{a} = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 3 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \end{pmatrix}$$

Die Grösse der Matrix gibt man allgemein mit $m \times n$ an, wobei m für die Anzahl Zeilen und n für die Anzahl Spalten steht. Der grosse Vorteil von Matrizen ist, dass es für sie Rechenregeln und -sätze gibt und man mit ihnen so effizient rechnen kann. Ein weiterer Vorteil besteht aber auch darin, dass sich die Notation mit Matrixdarstellung vereinfachen lässt. Die häufigsten Rechenoperationen auf Matrizen sind die Addition und die Multiplikation. Diese wollen wir nachfolgen kurz anschauen. Die Addition von Matrizen wird wie folgt notiert: $\underline{a} + \underline{b} = \underline{c}$. Wobei jedes Feld in der Matrix $\underline{a}$ mit dem gleichen Feld in Matrix $\underline{b}$ addiert wird. Das Ergebnis ist wieder eine Matrix:

¹³ Von lat. proximus, auf Deutsch der/die/das Nächste, im mathematischen Kontext Näherung

¹⁴ Eine Auseinandersetzung mit der Frage, ob Aktienrenditen überhaupt normalverteilt sind, finden Sie im Anhang 5

¹⁵ Von lateinisch matrix, was Gebärmutter oder Muttertier bedeutet. Die Mehrzahl auf lateinisch ist Matrices. Wann genau Matrizen das erste Mal in der Mathematik verwendet wurden, ist unklar. Es gibt Hinweise dass bereits vor über 2'000 Jahren Matrizen in China zum Rechnen verwendet wurden.

¹⁶ Auch Vektoren werden zum Teil unterstrichen dargestellt.

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 5 & 6 \\ 7 & 8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 & 8 \\ 10 & 12 \end{pmatrix}$$

Wichtig ist, dass die Matrizen $\underline{a}$ und $\underline{b}$ die gleiche Grösse haben ($m \times n$). Die Multiplikation wird wie folgt notiert: $\underline{a} \times \underline{b} = \underline{c}$. Wobei bei der Multiplikation jede Zeile der ersten Matrix mit jeder Spalte der zweiten Matrix multipliziert wird. Das Ergebnis ist wiederum eine Matrix:

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 5 & 6 \\ 7 & 8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \times 5 + 2 \times 7 & 1 \times 6 + 2 \times 8 \\ 3 \times 5 + 4 \times 7 & 3 \times 6 + 4 \times 8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 19 & 22 \\ 43 & 50 \end{pmatrix}$$

Häufig werden Matrizen auch mit einem Skalar¹⁷ multipliziert. Hier wird einfach jede Zahl in der Matrix mit dem Skalar multipliziert:

$$3 \times \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \times 1 & 3 \times 2 \\ 3 \times 3 & 3 \times 4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 6 \\ 9 & 12 \end{pmatrix}$$

Die Matrixmultiplikation ist assoziativ und unterliegt den Distributivgesetzen. Aber Achtung: Die Multiplikation von Matrizen ist nicht kommutativ¹⁸. Matrizen können auch potenziert werden. Dies entspricht ganz normal einer Multiplikation mit sich selber nach dem oben beschriebenen Muster. Für die Multiplikation von Hand ist das Falk'sche Schema¹⁹ zu empfehlen. Für die Multiplikation mit einem Computer wird oft auf den Strassen-Algorithmus zurückgegriffen. Wir kommen bei der konkreten Umsetzung noch einmal auf das Thema zurück. Eine spezielle Rolle spielen noch die transponierten Matrizen. Diese werden mit einem hochgestellten T notiert, also beispielsweise $\underline{a}^T$. Transponiert heisst hier, dass die Matrix entlang der Diagonalen gespiegelt wird und demnach die Zeilen und Spalten getauscht werden:

$$\underline{a} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix} \text{ somit } \underline{a}^T = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 7 \\ 2 & 5 & 8 \\ 3 & 6 & 9 \end{pmatrix}$$

Das Thema der Matrizen in der Mathematik ist sehr komplex und vielfältig. Wer sich vertieft damit befassen will, dem empfehle ich entsprechende Fachliteratur. Als Formelnachschlagewerk kann ich das Matrix Cookbook empfehlen.

2.2 Die Portfoliotheorie

Die Portfoliotheorie ist facettenreich und kombiniert einige verschiedene Themen. Die nachfolgende MindMap® gibt einen ersten Überblick dazu:

¹⁷ Ein Skalar ist ein Grundkörper eines Vektorraumes und meist eine reelle Zahl. Diese Zahlen werden so genannt, um sie von den Elementen bzw. Komponenten des Vektorraumes zu unterscheiden

¹⁸ D.h. $\underline{a} \times \underline{b}$ muss nicht gleich $\underline{b} \times \underline{a}$ sein

¹⁹ Das Falk'sche Schema ist eine einfache Tabelle mit der die Matrizenmultiplikation optisch besser dargestellt werden können, und somit schneller und sicherer multipliziert werden kann. Ist nach deren Entdecker Sigurd Falk benannt

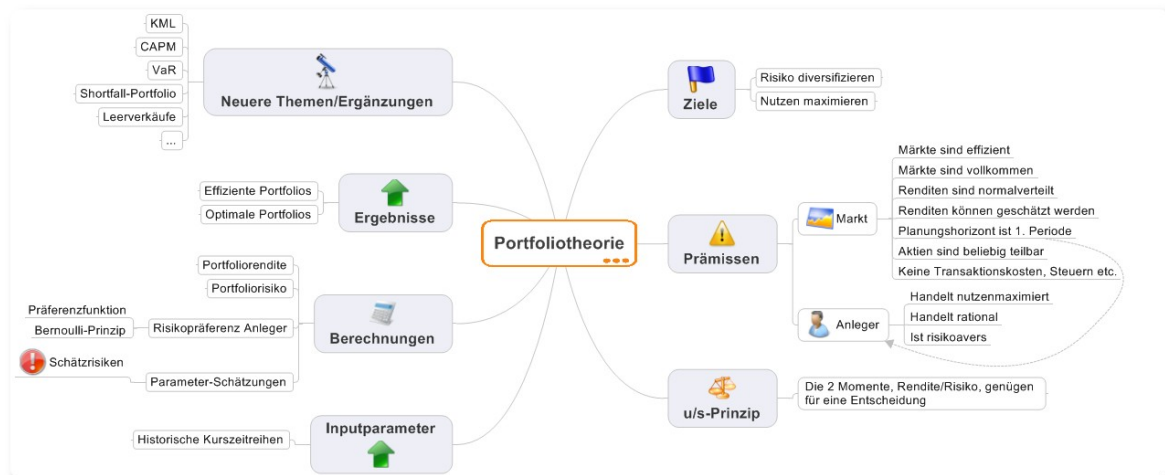


Abb. 2.2 / Überblick über Themen und Elemente der Portfoliotheorie

In den nachfolgenden Kapiteln schauen wir uns die einzelnen Elemente aus obiger Abbildung und weitere genauer an. Den Schwerpunkt bilden dabei die geld hinterlegten Elemente.

2.2.1 Ziele

Bei der Geschichte in Kapitel eins wurde der Kern der Portfoliotheorie nach Markowitz bereits angedeutet. Es lassen sich grob zwei Kernaussagen aus der Theorie entnehmen: Durch gute Diversifikation lässt sich das unsystematische Risiko²⁰ gegen null reduzieren. Entsprechend geht man nur noch das systematische Risiko²¹ ein. Ein Ziel ist entsprechend die Risikodiversifikation. Während sich das Titelrisiko nicht linear zum Portfoliorisiko verhält, hat die Titelrendite eine lineare Beziehung²² zur Portfoliorendite. Dadurch lässt sich mit kleinerem oder gleichem Risiko die Rendite verbessern. Ein weiteres Ziel ist demnach die Nutzenoptimierung durch optimale Portfoliozusammensetzung. Natürlich gibt es auch Grenzen, wo sich ein Zielkonflikt zwischen den beiden Zielen ergibt: Nur mit dem Marktrisiko lässt sich längerfristig keine höhere Rendite als der Markt realisieren.

2.2.2 Diversifikationseffekt und Nutzenmaximierung

Beim Diversifikationseffekt macht man sich die Tatsache zu Nutzen, dass nicht alle Aktien gleich zueinander korrelieren. Ist die Korrelation kleiner 1, tritt eine Risikodiversifikation ein. Da die Rendite eine lineare Beziehung zur Portfoliorendite hat, ist es möglich, mit weniger Risiko eine höhere Rendite zu erzielen. Diese Nutzenoptimierung lässt sich in einem sog. μ/σ -Diagramm illustrieren. Gegeben sind die beiden Aktien A ($\mu = 20$ und $\sigma = 10$) und B ($\mu = 30$ und $\sigma = 20$) mit $\sigma_{A,B}^2 = 1$ ²³. Stellen wir diese beiden Aktien je einzeln und einmal als Portfolio (Gewicht = 0.5 und 0.5) grafisch dar:

²⁰ Titelspezifisches Risiko

²¹ Marktrisiko

²² Es entspricht dem gewichteten Mittelwert

²³ Hier ist die Varianz angegeben, nicht die Korrelation

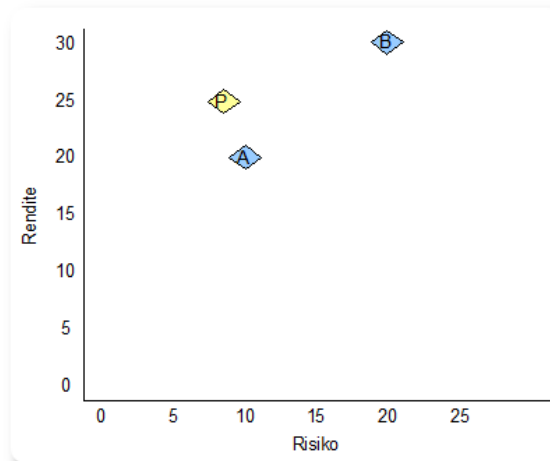


Abb. 2.3 / Risikodiversifikation

So können wir dem Diagramm entnehmen, dass für das naiv diversifizierte Portfolio die Rendite mit 25 dem Mittelwert der beiden Aktien A und B entspricht (lineare Beziehung), das Risiko mit 8 aber unter dem der Aktie B und A liegt (nicht lineare Beziehung). Investiert man also nicht nur in Aktie A, sondern in Aktie A und B, so erzielt man eine höhere Rendite bei kleinerem Risiko. Mathematisch betrachtet umfasst ein gut diversifiziertes Portfolio mind. 15 Wertpapiere. Bis zu 30 Wertpapieren lässt sich die Diversifikation weiter markant steigern. Allerdings können diese Zahlen nicht so verallgemeinert werden und müssen für jeden Markt individuell festgelegt werden. Investiert man bspw. in einen Markt mit nur 20 Titel, braucht es nicht 15 für eine gute Marktdiversifikation.

2.2.3 Prämissen der Portfoliotheorie

2.2.3.1 Marktprämissen

Markowitz ging davon aus, dass Märkte effizient sind. Nach der Effizienzmarkthypothese von Eugene Fama (1970²⁴) unterscheidet man zwischen drei Stufen der Markteffizienz: schwach, mittelstark und stark. Umgangssprachlich spricht man häufig nur von effizienten Märkten, meint aber stark effiziente Märkte. Die Hypothese besagt, dass alle vorhandenen Informationen bereits in den Preisen²⁵ enthalten sind und niemand in der Lage ist, langfristig besser zu sein als der Markt (stark Effizient). Bei mittelstark und schwach trifft die Aussage entsprechend weniger stark zu. Weiter basieren die Überlegungen zur Theorie auf der Annahme, dass die Märkte vollkommen sind. Das Modell der vollkommenen Märkte ist dabei eine ganze Sammlung von Annahmen an einen Markt: Zusammenfassend sind es drei Grundannahmen:

- 1) Alle Teilnehmer treffen ihre Entscheidungen auf Grund von allgemein bekannten künftigen Erwartungswerten
- 2) Ein Zahlungsstrom kostet immer gleich viel. Soll- und Habenzinssätze sind also gleich hoch. Kredite sind unbegrenzt verfügbar
- 3) Es gibt keine Transaktionskosten und auch sonst keine Kosten wie Steuern, Kosten für die Informationsbeschaffung etc.

Weiter unterstellte Herr Markowitz, dass Aktienrenditen normalverteilt sind. Eine Aktienrendite ist gemäss Theorie eine normalverteilte Zufallsvariable mit dem Erwartungswert μ und der Standardabweichung σ

²⁴ Aufmerksame Leser haben bemerkt, dass die Portfoliotheorie 1952 veröffentlicht wurde, die Effizienzmarkthypothese aber offenbar erst 1970. Wie kann die Portfoliotheorie dann darauf beruhen? Herr Fama hat die Hypothese nicht neu erfunden, sondern zusammengefasst, untersucht und gegliedert. Ohne die Annahme von stark effizienten Märkten würde die Portfoliotheorie als Investitionsinstrument in der klassischen Form nicht funktionieren, bzw. sie würde nicht das bestmögliche Resultat liefern. Somit wurde dies von Herrn Markowitz bereits 1952 implizit vorausgesetzt

²⁵ Für Aktien Kurse

um den Mittelwert als Risiko²⁶. Entsprechend können künftige Renditen mit angemessener Güte geschätzt werden. Um berechnete Portfolios exakt umsetzen zu können, müssten Aktien beliebig teilbar sein. Schlussendlich unterstützt die Theorie nur einen Planungshorizont von einer Periode.

2.2.3.2 Anlegerprämissen

Ein Anleger hat nach der Portfoliotheorie nur ein Handlungsprinzip: Die Nutzenmaximierung. Er handelt stets rational. Ausser der Nutzenmaximierung gibt es keine Gründe für einen Aktienkauf oder -verkauf. Er ist risikoavers, will also für ein höher eingegangenes Risiko mit einer überproportionalen Rendite dafür entschädigt werden.

2.2.4 Das μ/σ -Prinzip und der μ/σ -Raum

Das μ/σ -Prinzip sagt aus, dass alleine auf Grund des ersten und des zweiten Moments eine Entscheidung gefällt werden kann. Diese beiden Momente reichen aus, um die Parameterverteilungen der Aktien hinreichend zu beschreiben. Dies trifft jedoch nur auf Verteilungen zu, welche symmetrisch sind. Für andere Verteilungen sind zusätzlich höhere Momente für deren Beschreibung notwendig. Wir erinnern uns an die Prämisse, dass Aktienrenditen normalverteilt sind. Die Normalverteilung ist eine solche symmetrische Verteilung. Sie lässt sich durch den Erwartungswert²⁷ und die Streuung²⁸ vollständig beschreiben. Gibt man die Annahme auf, dass Aktienrenditen normalverteilt sind, dann lässt sich das μ/σ -Prinzip mathematisch nicht mehr rechtfertigen und kann daher nur noch mit Einschränkungen verwendet werden. Die nachfolgende Grafik zeigt eine Standardnormalverteilung (blau) und eine andere beliebige Verteilung (gelb). Bei Letzterer gilt das μ/σ -Prinzip nur noch sehr eingeschränkt:

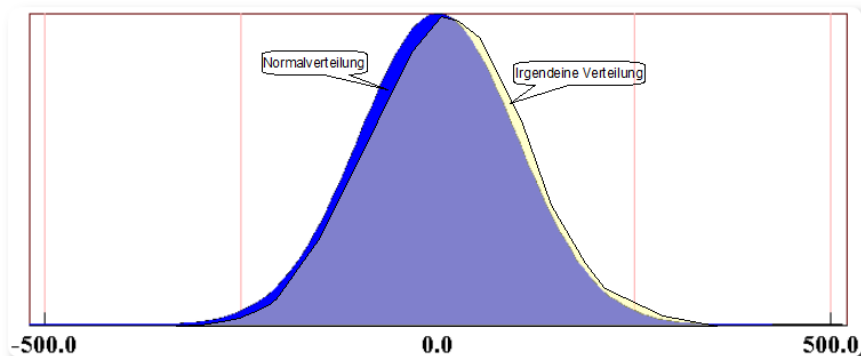


Abb. 2.4 / Standardnormalverteilung und beliebige Verteilung im Vergleich

Der μ/σ -Raum ist ganz allgemein der mathematische Raum, wo sich Portfolios platzieren lassen. Dieser Raum kann sowohl algebraisch beschrieben wie auch grafisch dargestellt und geometrisch berechnet werden. In der Umsetzung der Portfoliotheorie wird dieser Raum meist nur für die grafische Darstellung verwendet, nicht aber für Berechnungen. Die grafische Darstellung des μ/σ -Raums führt zum μ/σ -Diagramm, welchem Sie im Kapitel 2.2.2 bereits begegnet sind.

2.2.5 Inputparameter

Um die späteren Berechnungen durchführen zu können, sind die folgenden Parameter notwendig:

- Rendite²⁹

²⁶ Im Anhang 5 finden Sie eine kritische Auseinandersetzung, ob Aktienrenditen normalverteilt sind oder nicht

²⁷ Hier Erwartungswert der Rendite

²⁸ Hier Standardabweichung d.h. Risiko der Aktie

²⁹ In der Literatur werden oft auch die Begriffe „erwartete Rendite“ und „Erwartungswert“ dafür verwendet

- Varianz
- Kovarianz

Wir erstellen heute ein Portfolio für einen Zeitpunkt (heute + 1 Periode) in der Zukunft zusammen. Entsprechend müssen diese Parameter geschätzt werden. Dazu brauchen wir als Inputparameter die historischen Kurszeitreihen der jeweiligen Aktien. Die Schätzung dieser Parameter ist ein grosses Thema in der Portfoliotheorie. In den nachfolgenden Kapiteln zu den Berechnungen werden diese Parameter vorgegeben oder mit Platzhaltern besetzt, damit wir uns auf die eigentlichen Berechnungen konzentrieren können. Im Anschluss widmen wir diesen Schätzungen ein eigenes Kapitel, so dass sich der Kreis schliesst.

2.2.6 Berechnung der Portfoliorendite³⁰

2.2.6.1 Klassische Methode

Die Portfoliorendite entspricht der gewichteten Summe der einzelnen (erwarteten) Renditen der im Portfolio enthaltenen Wertschriften. Die Gewichtung entspricht dabei dem prozentualen Anteil der einzelnen Wertpapieren am Gesamtportfolio. Mathematisch lässt sich die Berechnung der Portfoliorendite wie folgt ausdrücken:

$$\text{Portfoliorendite} = \mu_p = \sum_{i=1}^n \mu_i * w_i$$

Formel 2.16

w_i ist dabei die Gewichtung des Titels i , μ_i der Ertrag bzw. die Rendite von Titel i und n die Anzahl der Titel. Die Form dieser Formel kennen Sie bereits. Sie entspricht der Erwartungswert-Funktion $E(X)$ aus dem Kapitel 2.1.1. Die dortige Wahrscheinlichkeitsfunktion bzw. deren Ergebnis entspricht der Gewichtung w_i der obigen Formel. Der Rest ist identisch.

2.2.6.1 Matrix-Darstellung

Wollen wir die Portfoliorendite in einer Matrizendarstellung ausdrücken, dann benötigen wir eine Matrix mit den Renditen und einen Vektor (Einspaltenmatrix, Spaltenvektor) mit den Gewichtungen. Die Formel sieht wie folgt aus:

$$\text{Portfoliorendite} = \mu_p = \underline{w}^T * \underline{\mu}$$

Formel 2.17

$\underline{w}$ ist der Vektor mit den Gewichtungen und $\underline{\mu}$ die Matrix mit den Renditen.

2.2.7 Berechnung des Portfoliorisikos

2.2.7.1 Klassische Methode

Zur Berechnung des Portfoliorisikos brauchen wir die Inputparameter Varianzen und Kovarianzen der Renditen. Als weiterer Parameter kommt analog der Berechnung der Portfoliorendite die Gewichtung hinzu. Das Portfoliorisiko ist die Summe von allen gewichteten und miteinander multiplizierten Kovarianzen³¹. Die Gewichtung entspricht auch hier dem prozentualen Anteil am Gesamtportfolio. Mathematisch lässt sich das Portfoliorisiko wie folgt ausdrücken:

³⁰ Portfolioertrag und Erwartungswert vom Portfolio können synonym verwendet werden

³¹ Siehe Fusszeile 31

$$\text{Portfoliorisiko} = \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i * w_j * \sigma_{ij}$$

Formel 2.18

w_i und w_j ist dabei wiederum das jeweilige Gewicht, σ_{ij} kennen Sie bereits als Kovarianz. Diese Formel lässt sich am besten an einer Kovarianz-Matrix³² darstellen und erklären. Nehmen wir ein Beispiel mit drei Aktien A, B und C:

	A	B	C
A	COV(r_A, r_A): 16.08 (w_i : 0.2, w_j : 0.2)	COV(r_A, r_B): 7.81 (w_i : 0.2, w_j : 0.3)	COV(r_A, r_C): 12.7 (w_i : 0.2, w_j : 0.5)
B	COV(r_B, r_A): 7.81 (w_i : 0.3, w_j : 0.2)	COV(r_B, r_B): 17.72 (w_i : 0.3, w_j : 0.3)	COV(r_B, r_C): 15.64 (w_i : 0.3, w_j : 0.5)
C	COV(r_C, r_A): 12.7 (w_i : 0.5, w_j : 0.2)	COV(r_C, r_B): 15.64 (w_i : 0.5, w_j : 0.3)	COV(r_C, r_C): 24.24 (w_i : 0.5, w_j : 0.5)

Abb. 2.5 / Kovarianz-Matrix (häufig bekannt als Varianz-Kovarianz-Matrix). Die Gewichte w in Klammern sind nicht Teil der Kovarianz-Matrix. Diese sind nur für die Vollständigkeit des Zahlenmaterials für die weitere Verwendung angegeben.

Es ist ersichtlich, dass die Hälfte unter der Diagonale (grau hinterlegt) das Spiegelbild der Hälfte oberhalb der Diagonalen ist. Auf der Diagonalen befinden sich die Kovarianzen der gleichen Titel, was der Varianz entspricht. Diese kommen also je einmal vor, während jedes unterschiedliche Paar zweimal vorkommt. COV(r_A, r_A) gibt es einmal, COV(r_A, r_B) zweimal. Einmal als COV(r_A, r_B) und einmal als COV(r_B, r_A). Dadurch lässt sich zeigen, dass mit zunehmender Anzahl Titel, die Bedeutung des Risikos der einzelnen Aktie (Varianz) stark abnimmt und sich das Risiko des gesamten Portfolios aus den Kovarianzen ergibt. Die nachfolgende Abbildung zeigt diesen Effekt bildlich auf:

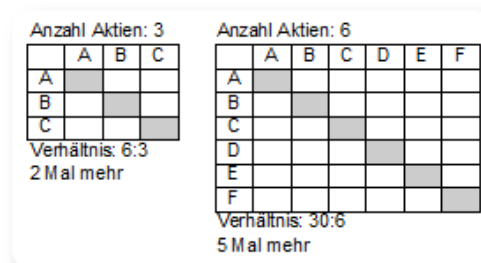


Abb. 2.6 / Abnehmende Bedeutung der Varianz für das Gesamtrisiko

Berücksichtigen wir diese Spiegelung in unserer Berechnung, so können wir obige Formel mit der Beispiel-Matrix der drei Aktien A, B und C wie folgt auflösen:

$$\sigma_p^2 = (0.2 * 0.2 * 16.08) + (0.3 * 0.3 * 17.72) + (0.5 * 0.5 * 24.24) + 2((0.2 * 0.3 * 7.81) + (0.2 * 0.5 * 12.7) + (0.3 * 0.5 * 15.64))$$

$$\sigma_p^2 = 16.47 / \sigma_p = 4.06$$

Wir berechnen also zuerst die Diagonale (grau) und anschliessend einmal den oberen Teil der Matrix (orange), welchen wir mit 2 multiplizieren können (so erhalten wir den unteren Teil). Als Resultat erhalten

³² In der gängigen Literatur spricht man immer von Varianz-Kovarianz-Matrix. Dies kommt daher, weil für jeden Titel in der Diagonale zwei gleiche Zahlenreihen (zwei Mal der gleiche Titel) vorkommen. In den mathematischen Grundlagen haben wir gesehen, dass die Kovarianz zweier gleicher Zahlenreihen der Varianz der Zahlenreihe entspricht ($\text{Var}(A) = \text{Cov}(A, A)$). Somit ist die Bezeichnung Varianz-Kovarianz nicht falsch, aber m.E. auch nicht präzise weil sie suggeriert, dass einmal nur eine Zahlenreihe vorhanden ist und einmal zwei. Dies ist aber in einer Matrix nicht möglich, weshalb ich den Begriff Kovarianz-Matrix verwende

wir die Portfoliovarianz. Ziehen wir die Quadratwurzel, erhalten wir die Portfoliostandardabweichung. Die aufgezeigte Formel sagt also nichts anderes aus, als dass die Portfoliovarianz die Summe aller Produkte von Gewichtungen und Kovarianzen aus allen Kombinationen ist. Obwohl wir uns den unteren Teil der Matrix sparen können, ist doch bereits mit drei Titeln ersichtlich, dass es einiges zu berechnen gibt. Stellen Sie sich vor, Sie hätten 50 Titeln oder mehr in Ihrem Portfolio. Damit kommen wir zu einer einfacheren Schreibweise und auch Berechnungsweise. Diese ist auch für den Computer geeigneter, da die Multiplikation auf einem Computer die teuerste³³ Operation ist die es gibt. Mit geeigneten Logarithmen³⁴ lassen sich mit der nachfolgend vorgestellten Berechnungsmethode auf dem Computer Multiplikationen einsparen³⁵ und so die Performance verbessern.

2.2.7.2 Matrix-Darstellung

Wollen wir das Portfoliorisiko in einer Matrizendarstellung ausdrücken, dann benötigen wir die Kovarianz-Matrix als mathematische Matrix (nur die Kovarianzen ohne die Gewichtungen wie in der obigen Abbildung) und die Gewichtungen als Vektor. Die Formel für die Portfoliovarianz sieht wie folgt aus:

$$\text{Portfoliorisiko} = \sigma_p^2 = \underline{w}^T * \Omega * \underline{w}$$

Formel 2.19

Ω ist dabei die Kovarianz-Matrix und $\underline{w}$ ist der Vektor mit den Gewichtungen. Sie finden im Anhang 3 ein ausführliches Berechnungsbeispiel mit den oben verwendeten Zahlen der drei Aktien A, B und C.

2.2.8 Effiziente Portfolios und die Effizienzkurve³⁶

Als effizient werden alle Portfolios bezeichnet, welche von keinem anderen dominiert werden. Dies bedeutet, dass es kein anderes Portfolio gibt, welches bei gleichem oder niedrigerem Risiko einen höheren Ertrag liefert oder bei gleichem oder höherem Ertrag ein kleineres Risiko aufweist. Mathematisch kann das Optimierungsproblem zur Ermittlung von effizienten Portfolios in der Matrizen-Darstellung wie folgt beschrieben werden:

$$\underline{w}^T * \Omega * \underline{w} \rightarrow \min! \quad \text{mit den Nebenbedingungen:} \quad \underline{w}^T * \underline{\mu} = \mu_p \wedge \underline{w}^T * \underline{1} = 1$$

Formel 2.20

In Worten ausgedrückt sucht man damit das varianzminimale Portfolio zu einem spezifischen Erwartungswert. Bei der ersten Formel dürften alle Elemente verständlich sein. Bei den Nebenbedingungen ist $\underline{\mu}$ der Erwartungswert-Vektor und $\underline{1}$ ein Vektor mit lauter 1en. Berechnet man eine grössere Anzahl unterschiedlicher Portfolios, so wird bei einer Darstellung in einem μ/σ -Diagramm die bekannte effiziente Linie, Effizienzkurve ersichtlich:

³³ „teuer“ bedeutet hier, dass es die Operation ist, welche auf einem Computer am längsten braucht um berechnet zu werden

³⁴ Bspw. dem Strassen-Logarithmus

³⁵ Je nach Logarithmus und Genauigkeit muss man mit solchen Einsparungen aufpassen, da das Weglassen von Multiplikationen durch geeignete Logarithmen häufig auf Kosten der Numerischen Stabilität geht. Ich habe meine Umsetzung daher auf die Numerische Stabilität hin geprüft und konnte keine Einbusse mit dem gewählten vorgehen feststellen

³⁶ Auch Effizienzlinie oder Englisch efficient frontier genannt

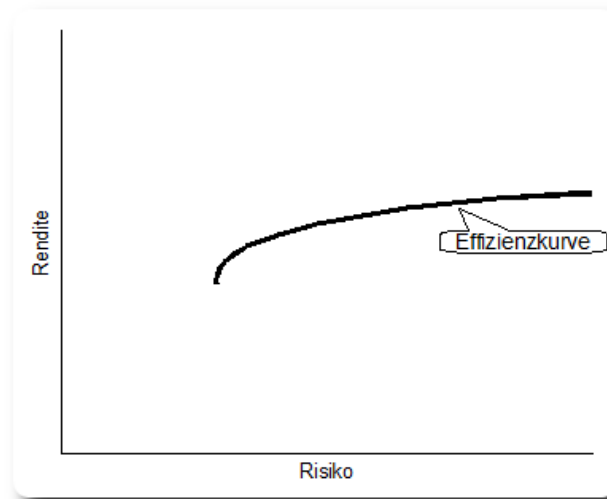


Abb. 2.7 / Effizienzkurve

Sämtliche Portfolios welche auf dieser Effizienzkurve liegen sind effizient und werden von keinem anderen dominiert. Die Effizienzlinie beschreibt demnach den geometrischen Ort der effizienten Portfolios in einem μ/σ -Diagramm.

2.2.9 Das varianzminimale Portfolio (VMP)

Das varianzminimale Portfolio³⁷ ist ein besonderes effizientes Portfolio. Es ist jenes effiziente Portfolio mit dem kleinsten Risiko. Kein anderes Portfolio weist ein kleineres Risiko auf, daher ist es auch effizient, weil es punkto Risiko nicht dominiert werden kann. Mathematisch betrachtet ist es fast identisch mit normalen effizienten Portfolios, mit dem Unterschied, dass wir beim VMP keine Mindestrendite als Nebenbedingung haben. Das MVP hat in jüngerer Zeit eine grössere Bedeutung erhalten. Wir werden uns noch vertieft mit den Schätzrisiken befassen und dort unter anderen sehen, dass ein Anleger, welcher Schätzrisiken so gut wie möglich vermeiden möchte, nur in das varianzminimale Portfolio investieren sollte. Weiter existieren Umsetzungsansätze, die das MVP als Grundlagen nehmen und darauf aufbauend ein individuelles Portfolio nach der Risikoaversion des Anleger erstellen³⁸. In einem μ/σ -Diagramm ist das MVP sehr leicht zu erkennen. Es befindet sich am Anfang der Effizienzkurve auf der linken Seite. Die nachfolgende Grafik veranschaulicht dies:

³⁷ Auch bekannt als global varianzminimales Portfolio (GVMP)

³⁸ Dies wird erreicht, indem man dem MVP so viele Risiko behaftete Wertschriften beifügt, bis dieses das gewünschte Portfoliorisiko aufweist

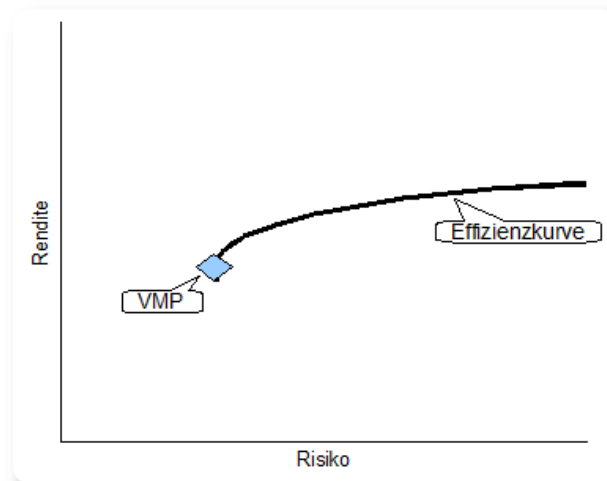


Abb. 2.8 / Varianzminimales Portfolio, MVP

2.2.10 Das optimale Portfolio

Das optimale Portfolio ist jenes Portfolio, welches den Präferenzen des Anlegers am meisten Rechnung trägt. „Das“ optimale Portfolio gibt es daher nicht. Wir wissen mittlerweile, dass ein Anleger der Portfoliotheorie risikoavers ist und nur ein Handlungsprinzip hat: Nutzenoptimierung. Mit dem kleinst möglichen Risiko die grösst mögliche Rendite erwirtschaften. Nicht jeder Anleger will für einen hohen Ertrag gleich viel Risiko eingehen. Um für einen Anleger das für ihn optimale Portfolio zu finden, müssen wir seine Risikopräferenzen kennen. Da ein Anleger gemäss den Prämissen rational handelt, wird er sein Portfolio immer aus der Menge der effizienten Portfolios auswählen. Alle anderen kommen im Vorherein schon nicht in Frage. Aus dem Kapitel vom μ/σ -Prinzip ist Ihnen bekannt, dass gemäss diesem Prinzip eine Entscheidung auf Grund des ersten und zweiten Momentes getroffen werden kann. Somit benötigen wir eine Präferenzfunktion, welche auf Grund von diesen zwei Parametern eine Präferenz zurückgeben kann. Auf Grund von diesen gewonnenen Präferenzzahlen können wir das optimale Portfolio anschliessend bestimmen³⁹. Schauen wir uns eine solche mögliche Funktion an:

³⁹ Mathematisch formuliert haben wir es hier mit dem Problem der Entscheidung unter Risiko zu tun

$$\text{Präferenzwert} = U(\mu, \sigma) = \mu - \alpha * \sigma^2$$

Formel 2.21

α entspricht dem Präferenzverhältnis von Rendite und Risiko. Die restlichen Variablen sind bekannt. Mit Hilfe dieser Präferenzfunktion kann man eine Präferenzmatrix erstellen und diese auch grafisch darstellen. Erstellen wir eine solche Matrix mit Darstellung anhand von Beispieldaten mit $\alpha = 0.5$:

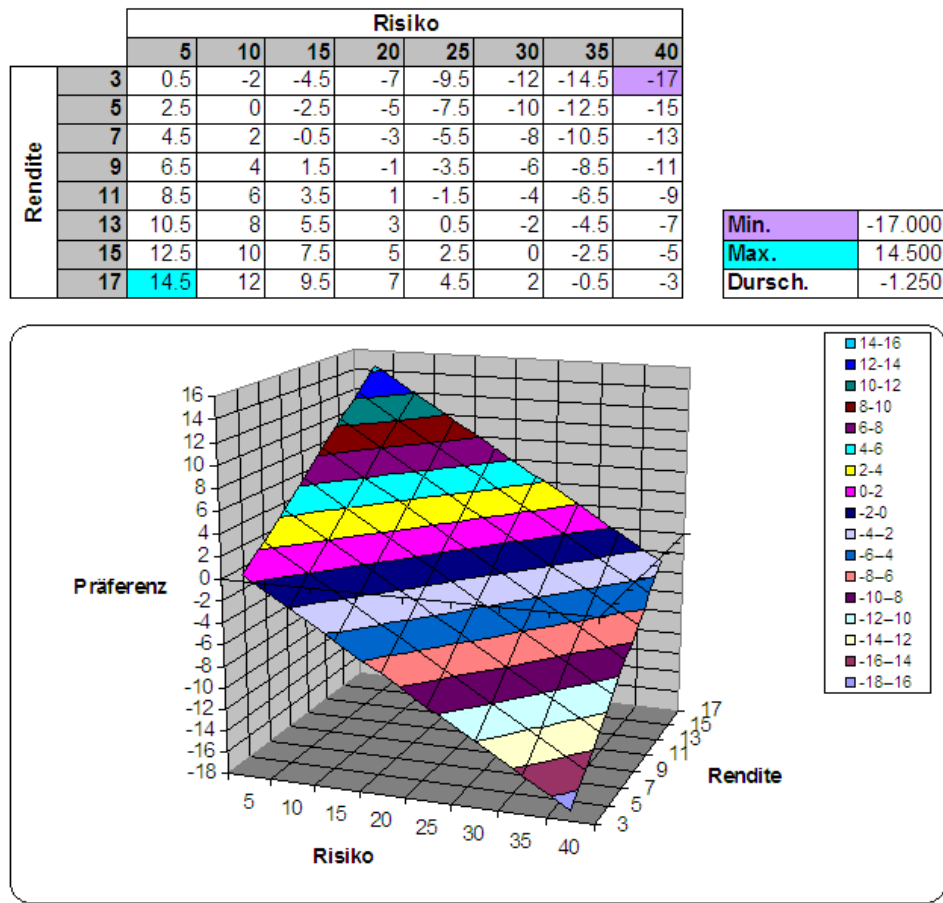


Abb. 2.9 / Präferenzfunktion in Matrix und grafisch dargestellt

In der obigen Matrix sehen wir zu jeder Rendite-Risiko-Kombination die entsprechende Präferenz des Anlegers. Die beiden Extremwerte Min. und Max. sind in der Matrix farblich hinterlegt. Mathematisch kann die Bestimmung des optimalen Portfolios wie folgt formuliert werden:

Grundmenge der Portfolios ermitteln:

$$P = \underline{w}^T * \Omega * \underline{w} \rightarrow \min! \quad \text{mit den Nebenbedingungen:} \quad \underline{w}^T * \underline{\mu} = \mu_p \wedge \underline{w}^T * \underline{1} = 1 \quad \text{und} \\ \sigma_{P_i} \leq ? \wedge (\mu_{P_i} \geq ?)$$

Optimales Portfolio aus der Grundmenge ermitteln:

$$P_o = U(\mu_{P_i}, \sigma_{P_i}) \rightarrow \max!$$

Formel 2.22

Die Elemente sollten mit Ausnahme von P_o alle bekannt sein. P_o steht für das optimale Portfolio. Die zweiten Nebenbedingung geben Restriktionen an, welche wir bis jetzt noch ignoriert haben. Wie den Zei-

chen zu entnehmen ist, handelt es sich um Restriktionen zum maximalen Risiko und zum minimalen Ertrag. Letzterer ist in Klammern, da dieser im Vergleich zum Risiko auch gut weggelassen werden kann. Da die Präferenzfunktion keine Obergrenze kennt, ist die Restriktion des maximalen Risikos aber unabdingbar. Die Grundmenge besteht demnach aus allen effizienten Portfolios, welche ein maximales Risiko nicht überschreiten und ggf. eine minimale Rendite abwerfen. Aus dieser Grundmenge wird jenes Portfolio ausgesucht, welches den höchsten Präferenzwert aufweist. Die grösste Schwierigkeit bei der Suche nach dem optimalen Portfolio liegt darin, den Wert für α zu ermitteln. Wir werden in Kapitel 4 einen entsprechenden Versuch unternehmen. Weiter werden wir in Kapitel 2.2.12.7 noch auf ein Problem mit der verwendeten Präferenzfunktion zurückkommen.

2.2.11 Zwei verschiedene Anwendungsgebiete und Einsatzmöglichkeiten

Die Methoden der Portfoliotheorie lassen sich auf zwei unterschiedliche Arten einsetzen. Eine Variante besteht darin, die optimalen Gewichte aus einer gegebenen Menge von Wertschriften zu ermitteln. Die andere besteht darin, aus einer Menge Wertschriften die optimale Zusammensetzung an Wertschriften zu finden. Die nachfolgende Grafik stellt diese beiden Varianten bildlich dar:

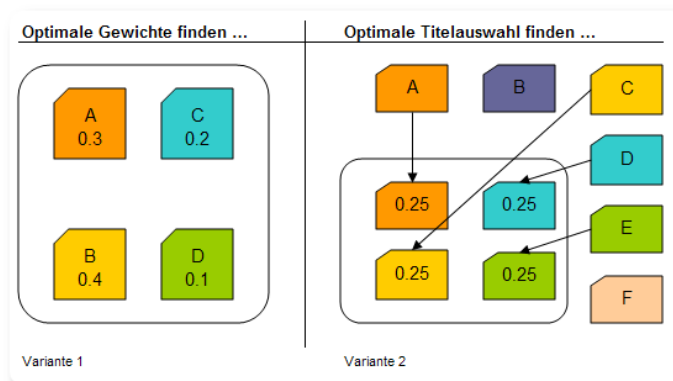


Abb. 2.10 / Zwei Anwendungsvarianten der Portfoliotheorie

Die Variante 1 hat vorgegebene Titel in die investiert werden soll. Diese stammen bspw. aus einem Anlageuniversum bzw. einer Titelliste. Die Variante zwei hat eine vorgegebene Menge an möglichen Titel, in welche investiert werden kann. Diese stammen meist aus einer Asset Allocation. Die beiden Varianten können auch kombiniert angewendet werden.

2.2.12 Neuere und verwandte Themen, Begriffe und Ergänzungen

Die Portfoliotheorie wurde im Laufe der Zeit mit verschiedenen Ansätzen und Ansichten ergänzt und erweitert. Ebenso wurden für einzelne Teilprobleme alternative Ansätze entwickelt, oder waren aus anderen wissenschaftlichen Gebieten und Vordenkern schon seit Beginn vorhanden. In den voran gehenden Kapiteln haben wir uns nahe am klassischen Ansatz orientiert und haben auch nicht alle Fragen und Konstellationen erklärt. Liest man nur wenig Literatur über die Portfoliotheorie, so gewinnt man den Eindruck, dass alles recht einfach und klar ist. Erst mit dem Studium von mehr Literatur und Literatur zu Teilproblemen wird einem klar, dass es für fast alle Aspekte verschiedene Lösungen gibt, welche durchaus ihre Daseinsberechtigung haben. In diesem Kapitel wollen wir uns ein paar ergänzende und verwandte Themen anschauen. Leider reicht mir der vorgegebene Umfang dieser Arbeit nicht, um mehr als einen groben Überblick über diese interessanten Themen und Fragen zu geben.

2.2.12.1 Kapitalmarktklinie, KML

Die Kapitalmarktklinie ist ein Begriff aus der Kapitalmarkttheorie. Sie ist geometrisch betrachtet im μ/σ -Raum eine (effiziente) Gerade zwischen dem Punkt der risikolosen Anlage⁴⁰ und dem Marktportfolio⁴¹ und ist auch Tangente⁴² zur Effizienzkurve der Portfoliotheorie⁴³. Alle Portfolios auf dieser Gerade sind eine Mischung aus dem Marktportfolio und einer risikolosen Anlage. All jene Portfolios dominieren alle übrigen effizienten Portfolios oder sind im Falle vom Marktportfolio ebenbürtig. Die KML ist Grundlage auch für das Capital Asset Pricing Modell. Die Kapitalmarktklinie beruht u.a. auf der Annahme, dass die Marktteilnehmer jederzeit unbeschränkt zu einem risikolosen Zinssatz Geld aufnehmen und Anlegen können. Für die KML braucht es demnach auch ein Gleichgewicht im Kreditmarkt, Kreditangebot und Nachfrage entsprechen sich bzw. werden ausgeglichen. Mittels diesem Modell ist der Ansatz möglich, dass man nur noch in das (gleichgewichtete) Marktportfolio investiert⁴⁴, und die Risikopräferenzen des einzelnen Anlegers durch Beimischung der risikolosen Anlage umsetzt. Der Anteil der risikolosen Anlage ist dann einzig massgebend für die Risikozusammenstellung (analog der Verwendung des VMP für denselben Zweck). Anstelle der Effizienzkurve tritt nun die Effizienzgerade. Grafisch lässt sich dies wie folgt darstellen:

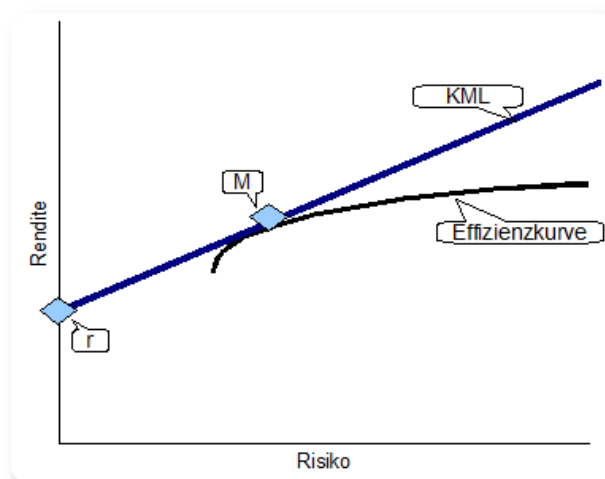


Abb. 2.10 / Kapitalmarktklinie, KML (r = risikolose Anlage, M = Marktportfolio)

2.2.12.2 Capital Asset Pricing Model, CAPM

Das Capital Asset Pricing Modell ist ein Gleichgewichtsmodell aus der Kapitalmarkttheorie. Die Leistung des Modells besteht hauptsächlich darin, dass es einen linearen Zusammenhang zwischen dem Risiko und der geforderten Rendite beschreibt. Anders als in der Portfoliotheorie wird das Risiko in diesem Modell nicht mit der Standardabweichung beschrieben, sondern mit dem Beta-Faktor. Da das CAPM auf dem Modell der Kapitalmarktklinie beruht⁴⁵, wird davon ausgegangen, dass in ein Marktportfolio investiert

⁴⁰ Beachten Sie dazu die Erläuterungen im Kapitel „Risikoloser Zinssatz“

⁴¹ Während ein einzelner Anleger i.d.R. nicht alle Wertschriften eines Marktes hat, entspricht das Marktportfolio genau dem Markt. D.h. alle risikobehafteten Titeln sind darin enthalten

⁴² Der Begriff Tangente stammt aus dem lateinischen und wird in der Geometrie für eine Gerade bezeichnet, welche eine Kurve in einem Punkt berührt. Eine Tangente ist für den Ort des Berührungspunktes die beste lineare Annäherung zur Kurve.

⁴³ Im Gleichgewicht entspricht das Tangentialportfolio dem Marktportfolio. Im Ungleichgewicht muss das Tangentialportfolio mit folgender nicht linearen Gleichung berechnet werden:

$$\max r_f + \frac{\mu_i - r_f}{\sigma_i} * \sigma \quad r_i \text{ entspricht dabei der risikolosen Anlage. In Worten: Für alle effektiven Portfolios den Wert gemäss}$$

der Formel berechnen, das Portfolio mit dem grössten Wert entspricht dem Tangentialportfolio. Die Nebenbedingungen für die effektiven Portfolios finden Sie im entsprechenden Kapitel. Die Formel gilt mit Leerverkäufen. Sind diese verboten, müssen diese mit der Nebenbedingung noch ausgeschlossen werden

⁴⁴ In der Praxis wird dies kaum durch Einzelanlagen gemacht (das Marktportfolio ist ein theoretisches Konstrukt). Dies realisiert man wesentlich effizienter und günstiger über Fonds-Konstrukte, insb. ETF's und Indexfonds

⁴⁵ Genauer hauptsächlich auf einer abgeleiteten Variante, der Wertpapiermarktklinie

wird und entsprechend werden in diesem Modell keine diversifizierbaren Risiken berücksichtigt, sondern nur systematische Risiken. Für die Bestimmung einer Rendite sind nur die folgenden Parameter notwendig: Beta-Faktor als Risiko, risikoloser Zinssatz, und die Marktrisikoprämie. Entsprechend lässt sich mit dem CAPM eine erforderliche Rendite wie folgt berechnen:

$$\text{erforderliche Rendite} = E(r) = r_f + \beta * (E(r_M) - r_f)$$

Formel 2.23

r_f ist der risikolose Zinssatz, $E(r_M)$ ist die erwartete Rendite des Marktes und β ist der Beta-Koeffizient des Titels. Auch dieses Modell hat entsprechende Prämissen. Diese sind u.a.: Alle Marktteilnehmer haben homogene Erwartungen der künftigen Marktentwicklung, der Kapitalmarkt ist vollkommen, der Markt ist 100 % liquid, d.h. alle Wertschriften können jederzeit gehandelt werden (und sind sogar teilbar), die Renditen sind normalverteilt⁴⁶ und Steuern, Gebühren und Spesen fallen wie üblich in Modellen auch in diesem keine an.

2.2.12.3 Value at Risk⁴⁷, VaR

Der Value at Risk (nachfolgend VaR) ist ein ausschliesslich verlustorientiertes Risikomaß und wurde von JPMorgan Chase & Co. entwickelt. Es beinhaltet nicht die Chance auf Ertrag. Der VaR wurde im Laufe der Zeit weiterentwickelt und kann heute auf verschiedene Arten berechnet werden. Dabei ist nicht jede Kombination von Möglichkeiten für jede Aufgabe gleich gut geeignet. Die nachfolgende Abbildung zeigt einen morphologischen Kasten für die Berechnung des VaR mit gängigen Ausprägungen:

Merkmal	Ausprägung		
Parametrisch	Ja	Nein	
Ansatz	Delta-Normal	Delta-Gamma	Cornish-Fisher-Methode
Ermittlungsart	Standard	Monte-Carlo-Simulation	
Zeitspanne	1 Tag	360 Tage	x Tage

Abb. 2.12 / Morphologischer Kasten für Monte-Carlo-Simulationen

Parametrisch bedeutet, ob man Parameter vorgibt oder nicht. Einzig die historische Simulation ist ein nicht parametrisches Verfahren. Der Delta-Normal-**Ansatz** und der Delta-Gamma-Ansatz bauen beide auf der Kovarianzmatrix auf. Der Delta-Normal-Ansatz umfasst nur lineare Beziehungen zwischen der Rendite und dem Risiko und ist daher für nicht lineare Wertpapiere wie bspw. Optionen nicht geeignet. Für solche Wertpapiere eignet sich der Delta-Gamma-Ansatz besser, welcher nicht lineare Beziehungen abbildet. Gleiches gilt für die Cornish-Fisher-Methode. Als **Ermittlungsart** gibt es die formale Berechnung (Standard) oder die Ermittlung mittels einer Monte-Carlo-Simulation. Die Zeitspanne gibt an (heute + Zeitspanne), per wann der VaR-Wert gilt.

Mit Ausnahme der nicht parametrischen Ausprägung gilt für alle Kombinationen die Prämisse der Normalverteilung⁴⁸. Lässt man diese Annahme fallen, so liefert der VaR keine verlässlichen Ergebnisse mehr⁴⁹. Die rein negative Abdeckung des VaR kann grafisch wie folgt dargestellt werden:

⁴⁶ Eine kritische Würdigung dazu finden Sie im Anhang 5

⁴⁷ Auf Deutsch Wert im Risiko. Ein gebräuchlicher Begriff ist auch Downside-Risikomaß

⁴⁸ Bei einer Monte-Carlo-Simulation benutzt man in aller Regel normalverteilte Zufallsvariablen

⁴⁹ Die historische Simulation hat zwar die Prämisse der Normalverteilung nicht, impliziert aber dass die Zukunft genau der Vergangenheit entspricht

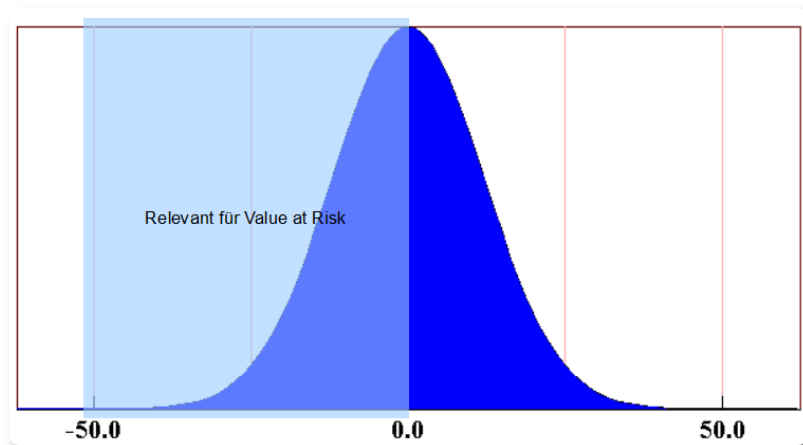


Abb. 2.13 / Relevanter Teil für Value at Risk der Standardnormalverteilung

Der VaR als Risikokennzahl sagt folgendes aus: Der Verlust wird bis zum Ende der nächsten Periode mit einer Wahrscheinlichkeit von x nicht grösser sein als y . Der grosse Vorteil des VaR liegt darin, dass y ein Betrag in einer Währung ist (bei uns CHF). Darunter kann man sich etwas vorstellen. In der Regel wird mit einer Wahrscheinlichkeit von 99.73 % (drei Sigma vom Mittelwert) oder 95.45 % (zwei Sigma vom Mittelwert) gerechnet. Die Periode liegt in der Regel zwischen 1 und 10 Tagen, kann aber frei parameterisiert werden. Der VaR mit den ausgewählten Ausprägungen (in Abbildung 2.11 gelb hinterlegt) kann mit folgender Formel berechnet werden:

$$VaR = -K * (e^{(\mu * t + z * \sigma * \sqrt{t})})$$

Formel 2.24

-K ist das Kapital mit negativem Vorzeichen, e ist die Euler'sche Zahl, t die Zeit und z ist der Z-Wert⁵⁰ der Wahrscheinlichkeit. Dadurch, dass mit dem VaR sowohl symmetrische wie auch nicht symmetrische Risikobetrachtungen gerechnet werden können, ist es möglich, mit ihm auch abgesicherte Portfolios zu beschreiben und so die beiden Welten der Portfoliotheorie und der Portfolioinsurance zu verbinden.

2.2.12.4 Shortfall-Portfolio

Das Shortfall-Portfolio ist wie das VMP ein spezielles effizientes Portfolio. Bei der Selektion dieses Portfolios kommt nun aber eine neue Messgrösse dazu: Das Ausfallrisiko. Das Shortfall-Portfolio ist jenes effiziente Portfolio, welches zu einer bestimmten minimalen Rendite die kleinste Ausfallwahrscheinlichkeit hat. Ausfall versteht sich dabei als negative Rendite. Diese kann in der Formel zur Findung des optimalen Portfolios als Nebenbedingung angegeben werden. Die Wahrscheinlichkeit einer negativen Rendite wird mittels der Wahrscheinlichkeitsverteilung der Standardnormalverteilung gemessen. Dabei berechnet man die Abweichung der Standardabweichung und berechnet anschliessend für diesen Z-Wert die Wahrscheinlichkeit⁵¹. Mathematisch kann dies wie folgt ausgedrückt werden:

⁵⁰ Der Z-Wert, die Z-Transformation ist eine flächentreue Transformation der Standardnormalverteilung. Z-Werte müssen mit einem Algorithmus berechnet werden. Für die Berechnung von Hand gibt es entsprechende Tafeln, in gängigen Tabellenkalkulationsprogrammen gibt es dafür einfache Funktionen.

Für 99.73 ist der Z-Wert = 0.278215, für 99.45 = 0.254269

⁵¹ Analog dem VaR kann der Z-Wert bzw. dessen Wahrscheinlichkeit mit einem Algorithmus berechnet werden. In der Praxis bedient man sich dazu einer Tafel oder nutzt einfache Funktionen in Tabellenkalkulationsprogrammen

$$z = AFW_s = \frac{0 - \mu}{\sigma} \quad z \text{ ist der Z-Wert, } AFW_s \text{ steht für Ausfallwahrscheinlichkeit im Shortfall.}$$

Formel 2.25

Diese Formel kann einfach an einem Beispiel erklärt werden: Gegeben ist eine Aktie A mit $\mu = 8\%$ und $\sigma = 15\%$. Wie gross ist die Wahrscheinlichkeit einer negativen Rendite? $z = (0 - 8) / 15 = -0.533$. Dies entspricht einer Wahrscheinlichkeit von 29.70 %⁵², dass im nächsten Jahr die Rendite negativ sein wird.

2.2.12.5 Risikoloser Zinssatz

Unter risikolosem Zinssatz versteht man den Zinssatz, welchen man für eine risikolose Anlage erhält. Es ist demnach der Preis für das reine Geld. In der Finanzmarkttheorie gibt es diverse Modelle, welche auf diesen risikolosen Zinssatz abstützen oder diesen als Komponente verwenden. Doch dieser risikolose Zinssatz ist selber ein theoretisches Modell. "Den" risikolosen Zinssatz gibt es nicht. In der Realität werden längst nicht alle gleichen Sicherheiten mit dem gleichen Satz entschädigt. Den der Preis des Geldes entsteht auch durch Angebot und Nachfrage, wobei auf den verschiedenen Märkten nicht alle Marktteilnehmer die gleichen Präferenzen haben. In der Praxis versteht man unter einer risikolosen Anlage eine Staatsanleihe. Entsprechend nimmt man für den risikolosen Zinssatz den aktuellen Zinssatz einer Staatsanleihe in der jeweiligen Währung zu einer entsprechenden Laufzeit. Für die praktische Umsetzung von Modellen, welche einen risikolosen Zinssatz als Komponente haben, ist folgendes zu berücksichtigen: (1) Einem Referenzsatz treu bleiben. Für den EUR bspw. nicht einmal Deutsche und einmal Französische Staatsanleihen verwenden. (2) Den Referenzsatz so gut wie möglich nachbilden oder in Produkte investieren, welche dies machen. Denn die Zinssätze der Staatsanleihen sind nicht konstant und Direktanlagen als Modellkomponenten daher nicht sinnvoll⁵³.

2.2.12.6 Leerverkäufe, short sale

In der Portfoliotheorie können Leerverkäufe genutzt werden, um das Portfolio zu optimieren. Dabei muss man zwei Fälle unterscheiden: Leerverkauf von einem risikobehafteten Wertpapier und Leerverkauf von einem risikolosen Wertpapier⁵⁴. Aber nicht in jedem Fall lohnt sich dies und auch das Risiko verhält sich nicht bei jeder Konstellation gleich. Ist μ die Rendite eines risikobehafteten Wertpapiers und r der risikolose Zinssatz, dann lohnt sich ein short sale des risikobehafteten Wertpapiers nur für den Fall $\mu < r$, vorausgesetzt die Erwartung trifft ein. Leerverkäufe von Aktien sind in der jüngsten Finanzkrise einmal mehr⁵⁵ in Verruf geraten und etliche Länder, darunter Deutschland, England, USA, Australien und Kanada, haben die Leerverkäufe (vorübergehend) verboten, in der Schweiz wurden sie vorübergehend eingeschränkt. Auch wenn Leerverkäufe als Hedging eingesetzt werden können, gehören sie doch mehrheitlich in die Welt der Spekulation und nicht in die Welt des Investieren und Anlegen.

2.2.12.7 Bernoulli-Prinzip und das optimale Portfolio

Das Bernoulli-Prinzip stammt vom Schweizer Mathematiker Daniel Bernoulli und ist ein Entscheidungsprinzip. Das Neue am Bernoulli-Prinzip war, dass ein Entscheider nicht auf Grund des Erwartungswertes entscheidet, sondern auf Grund des Erwartungsnutzen. In den mathematischen Grundlagen habe ich kurz das St. Petersburg-Pradoxon im Zusammenhang mit dem Erwartungswert erwähnt. Und genau bei

⁵² =STANDNORMVERT(-0.533) in Tabellenkalkulation eingeben (Deutsche Version)

⁵³ Natürlich gibt es viele gute Gründe für solche Direktanlagen, aber nicht für eine Modellkomponente

⁵⁴ Ein risikoloses Wertpapier nach der Portfoliotheorie ist ein Wertpapier, welches als Rendite den risikolosen Zinssatz hat. In der Praxis versteht man darunter meist eine Staatsanleihe oder eine Anleihe mit einem AAA. Mehr dazu finden Sie im Kapitel zum risikolosen Zinssatz. Dieser zweite Fall kommt vor allem im Zusammenspiel mit dem Modell des Marktportfolios vor, welches beim Kapitel der Kapitalmarktklinie kurz vorgestellt wurde

⁵⁵ In den USA wurden Leerverkäufe erstmals 1932 verboten, als die damalige Wirtschaftskrise ihren Tiefpunkt erreicht hatte

diesem Problem mit dem Erwartungswert setzt das Bernoulli-Prinzip an, indem eben der Erwartungsnutzen entscheidend ist. Das Bernoulli-Prinzip lässt sich vereinfacht auf die folgenden sechs Axiome eines vernünftigen Entscheiders reduzieren: Vergleichbarkeit, Transitivität, Stetigkeit, Beschränkung, Dominanz und Substituierbarkeit. Beim Finden eines optimalen Portfolios handelt es sich um eine Entscheidung unter Risiko. Es stellt sich die Frage, ob das μ/σ -Prinzip mit dem Bernoulli-Prinzip verträglich ist, d.h. ob man mit dem verwendeten Ansatz zur Ermittlung der Risikopräferenz gemäss Bernoulli überhaupt eine Entscheidung unter Risiko herbeiführen kann. Diese Frage muss leider verneint werden – jedenfalls für gewisse Fälle. Wenn wir unsere Präferenzfunktion anschauen, dann kann es sein, dass eine Alternative B eine Alternative A in allen Umweltzuständen dominiert, die Präferenzfunktion aber dennoch die Alternative A favorisiert⁵⁶. Dies verstösst klar gegen das Dominanz-Prinzip, welches sehr gewichtig ist. Um dem auszuweichen, verwendet man teilweise exponentielle Präferenzfunktionen und unterstellt diesen eine normalverteilte Ergebnisgrösse. Exponentielle Präferenzfunktionen haben aber den Nachteil, dass diese eine konstante absolute Risikoaversion⁵⁷ annehmen. Zusammenfassend muss festgehalten werden, dass sich mit dem μ/σ -Prinzip bzw. einer darauf basierenden Präferenzfunktion das Bernoulli-Prinzip nur mit Zugeständnissen „erfüllen“ lässt, bzw. eine Verletzung in Kauf genommen werden muss. Dafür braucht man lediglich zwei Inputparameter, was die Anwendung sehr einfach macht.

2.2.12.8 Portfoliobeta und Beta zum Portfolio

Mit dem Beta⁵⁸ (β) vergleicht man die Schwankungen zweier statistischer Merkmale. In der Finanzmathematik versteht man unter dem Beta meist das Aktienbeta, welche das Beta einer Aktie zum Markt misst. Der Markt wiederum ist in aller Regel ein Index. Mathematisch betrachtet liegt dem Beta eine lineare Regression zu Grunde. Das Beta kann positiv, null oder negativ sein. Die Formel des Betas ist recht einfach, alle Elemente kennen Sie bereits:

$$\beta = \frac{\sigma_{i,M}}{\sigma_M^2} \quad \text{oder auch} \quad \beta = \text{Kor}(i, M) * \frac{\sigma_i}{\sigma_M}$$

Formel 2.26

Es ist nichts anderes als die Kovarianz zwischen der Aktie i und dem Markt M über der Varianz vom Markt M. Das Portfoliobeta ist in der (Schul-) Theorie sehr einfach berechnet. Es ist die gewichtete Summe der einzelnen Betas im Portfolio. Doch dieses Portfoliobeta ist meist unnütz. Wie erwähnt ist das Aktienbeta ein Vergleich zu einem Index. Wenn Sie eine Aktie im SMI, eine im Dow Jones und eine im Nikkei-Index haben, alle bspw. zu einem Drittel gewichten und summieren – was sagt Ihnen dann diese Zahl? Was viel nützlicher ist, ist das Beta zum Portfolio. Wenn Sie jede Aktie im Portfolio mit dem Gesamtportfolio vergleichen, dann erhalten Sie den relativen Risikobeitrag jeder Aktie zum Portfolio. Und mit dieser Zahl können etwas anfangen. Sie wissen mit dieser Zahl, ob sich das Risiko erhöht, gleich bleibt oder abnimmt, wenn Sie von dieser Aktie zukaufen oder verkaufen.⁵⁹

⁵⁶ Beispiel: A: $\mu = 9$, $\sigma = 1$ ergibt $U(\mu, \sigma) = 8.5$, nach Bernoulli: $8/10$, B: $\mu = 21$, $\sigma = 49$ $= U(\mu, \sigma) = -3.5$, nach Bernoulli: $14/28$. Nach der Präferenzfunktion auf Grundlage des μ/σ -Prinzips wird A ausgewählt, nach Bernoulli, also dem Erwartungsnutzen B. B dominiert A, aber A wird ausgewählt, da sich unsere Präferenzfunktion eben nicht am Erwartungsnutzen (nach Bernoulli), sondern am Erwartungswert orientiert. In vielen Konstellationen liefern die beiden aber die gleiche Präferenz

⁵⁷ Eine absolute Risikoaversion bedeutet, dass die Entscheidung unabhängig vom Betrag (Vermögen) gefällt wird. Dies trifft jedoch auf den grössten Teil der Anleger nicht zu. Wie höher das Vermögen wird, desto kleinere Risiken gehen sie ein. Das Gegenstück der absoluten Risikoaversion ist die relative Risikoaversion, bei welcher der Betrag (das Vermögen) berücksichtigt wird

⁵⁸ Das Beta wird nicht nur in der Finanztheorie gebraucht. Für diese Kennzahl werden diverse Begriffe synonym verwendet: Beta, Betafaktor, Betakoeffizient etc. Diese Begriffe sind nicht zuletzt darauf zurückzuführen, dass es verschiedene Berechnungsmöglichkeiten gibt

⁵⁹ Gleichmässig nach Gewichtung zu Lasten oder zu Gunsten der anderen Aktien im Portfolio

2.2.12.9 Stichtag von Portfolios und die Beachtung der Perioden

Aus den Prämissen zur Portfoliotheorie wissen Sie, dass ein Portfolio immer auf einen bestimmten Zeitpunkt (heute + eine Periode) berechnet wird. Diese Eigenschaft führt immer wieder zu Fehlern auf Grund von falschen Perioden der historischen Zeitreihen der Inputparameter. Sie können bspw. nicht die Monatsrendite von Aktien zur Renditeschätzung verwenden, wenn Sie die Portfolios auf eine Woche auslegen und demnach wöchentlich ein Rebalancing machen wollen. In diesem Fall müssen Sie auch wöchentliche Renditen nehmen, oder wenigstens mathematisch auf wöchentliche umrechnen. Die verwendeten Perioden der Parameter für die Schätzung der Portfolios müssen also mit den Rebalancing-Perioden⁶⁰ der jeweiligen Portfolios übereinstimmen. Nicht zu verwechseln ist es mit der Länge der historischen Zeitreihen zur Verwendung in Schätzungen⁶¹.

2.2.13 Parameter, Schätzungen und Schätzrisiken

In den vorhergehenden Kapiteln waren die zur Berechnung notwendigen Parameter (Rendite und Risiko) stets vorhanden oder wurden nur mit Platzhaltern symbolisch verwendet. So war es uns möglich, uns direkt mit der eigentlichen Theorie und dessen Formeln zu befassen. In der Praxis stellen aber genau diese genannten Parameter die grosse Herausforderung dar, weil sie nicht bekannt sind und geschätzt werden müssen. In diesem Kapitel wollen wir uns mit der Bestimmung bzw. Schätzung dieser elementaren Werte auseinander setzen. Schätzrisiken dürfen bei der Anwendung der Portfoliotheorie nicht vernachlässigt werden. Alexander Kempf und Christoph Memmel von der Universität zu Köln formulieren diesen Aspekt meiner Meinung nach sehr treffend, weshalb ich zitiere:

„Die praktische Anwendung dieser [Portfolio-] Theorie setzt die Kenntnis der Verteilungsparameter der Aktienrenditen voraus. Diese Grössen sind allerdings nicht unmittelbar beobachtbar, sondern müssen geschätzt werden. Zur Schätzung der Parameter greift man häufig auf historische Renditezeitreihen zurück. Während die zweiten Momente der Verteilung (Renditekorrelationen, Renditevarianzen) mit relativ hoher Präzision aus Zeitreihendaten geschätzt werden können, ist die Präzision der Schätzung der ersten Momente der Verteilung (erwartete Renditen) sehr gering. Da die ersten Momente aber gleichzeitig den grössten Einfluss auf die Portfoliogewichte besitzen, führen Schätzfehler in den ersten Momenten in der Regel zu Portfoliogewichten, die weit von den tatsächlich optimalen Portfoliogewichten entfernt sind. Angesichts dieses Problems muss bezweifelt werden, ob sich die in den Renditezeitreihen enthaltenen Informationen in Bezug auf erwartete Renditen überhaupt für die Portfoliotheorie nutzen lassen.“ (Kempf / Memmel, 2003)

2.2.13.1 Studien zur Schätzsensitivität

Best/Gauer kommen 1991 in einer Studie zum Schluss, dass selbst kleine Fehler in der Schätzung der erwarteten Rendite zur Folge haben, dass sich eine optimale Portfoliozusammenstellung *grundlegend* verändert. Chopra/Ziemba erklären in ihrer Studie von 1993, dass sich Schätzfehler der erwarteten Rendite rund 11mal so stark in entgangenem Nutzen auswirken wie Schätzfehler bei den Varianzen.

2.2.13.2 Markowitz-Dilemma

Als Markowitz-Dilemma bezeichnet man die belegte Tatsache, dass die Rendite als schwierigster zu schätzende Parameter auch am sensibelsten auf Schätzfehler reagiert. Will ein Anleger die Schätzrisiken

⁶⁰ Eine Planungsperiode

⁶¹ Gutes Beispiel: Monatliche Renditen der letzten drei Jahre für Portfolios verwenden, welche ein monatliches Rebalancing haben. Schlechtes Beispiel: Quartalsrenditen der letzten zwei Jahre für Portfolios verwenden, welche ein monatliches Rebalancing haben

der ersten Momente umgehen und so dem Dilemma entkommen, muss er in das VMP investieren, da es für dessen Schätzung einzig die zweiten Momente braucht.

2.2.13.3 Schätzung der Renditen

Seit der Publikation der Portfoliotheorie wurden zahlreiche Schätzer und Schätzverfahren entwickelt und weiterentwickelt. Zahlreiche gab es bereits vorher in Bereichen der Stochastik und wurden neu für die Portfoliotheorie entdeckt. Die nachfolgende Grafik gibt einen kleinen Überblick über gängige Schätzer/Schätzverfahren. Die Darstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit:

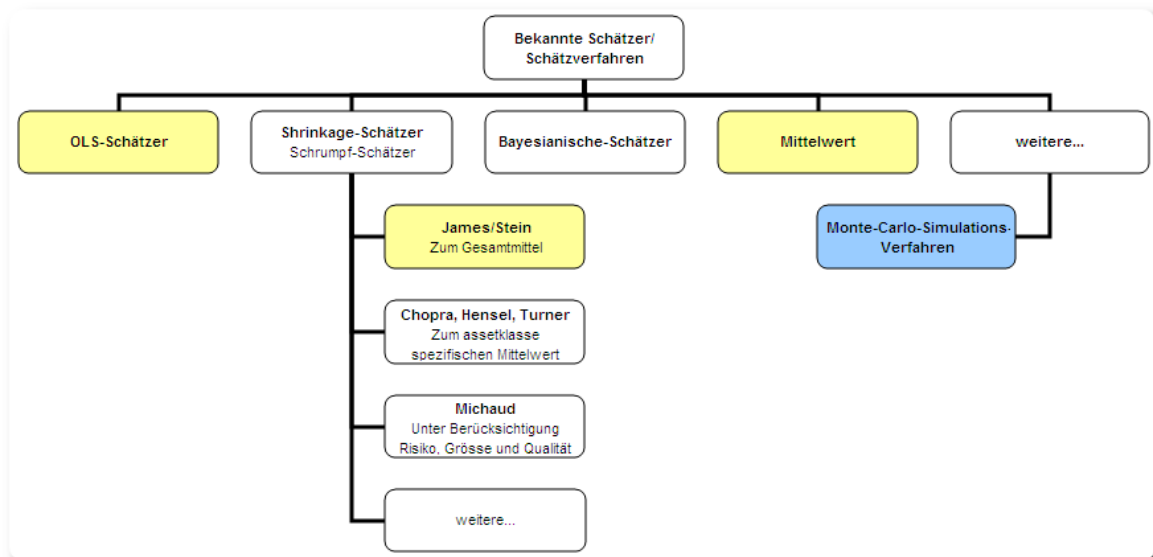


Abb. 2.14 / Bekannte und geläufige Schätzer in der Portfoliotheorie

Die gelb schattierten Schätzer werden wir nachfolgend kurz, eine mögliche Monte-Carlo-Simulation, blau schattiert, detaillierter, anschauen.

Grundsätzlich kann die Rendite auf zwei Arten geschätzt werden:

1. Es wird zuerst der neue Kurswert geschätzt, anschliessend kann daraus die Rendite berechnet werden;
2. Es wird direkt die Rendite geschätzt, anschliessend kann daraus der neue Kurs⁶² berechnet werden.

2.2.9.3.1 Mittelwert

In der klassischen Umsetzung der Portfoliotheorie greift man für die Schätzung der Rendite auf den Maximum-Likelihood-Schätzer⁶³ zurück. Für eine historische Renditezahlenreihe als Vollerhebung ist der Maximum-Likelihood-Schätzer das arithmetische Mittel. Als Prämissen für die Anwendung von diesem Schätzer findet man in der Literatur meist die folgenden Annahmen: (1) die Renditeparameter sind zeitlich unveränderlich; (2) die Renditen sind seriell unabhängig; (3) die Renditen sind normalverteilt. Diese Annahmen rechtfertigen dann den verwendeten Mittelwert als Schätzer. Untersucht man empirische Renditezeitreihen, so lässt sich jedoch feststellen, dass diese Annahmen die empirischen Verteilungen der Renditen nur sehr ungenau beschreiben. So lässt sich bspw. empirisch beweisen, dass sich die zweiten

⁶² Dieser ist relevant für die spätere Ermittlung der Gewichte

⁶³ Maximum-Likelihood heisst auf Deutsch maximale Wahrscheinlichkeit und bezeichnet in der Statistik ein parametrisches Schätzverfahren. Für eine endliche Vollerhebung entspricht der Schätzer dem Mittel. Diese Schätzmethode wurde grundsätzlich für Stichproben geschaffen

Momente (Varianz) im zeitlichen Ablauf ändern, was es zu berücksichtigen gilt. Es lässt sich auch mit Untersuchungen feststellen, dass man Renditezeitreihen unter der Annahme von (bedingter) Heteroskedastizität⁶⁴ mit sog. GARCH-Modellen⁶⁵ weitaus besser beschreiben kann, als wenn man den Renditezeitreihen Homoskedastizität⁶⁶ unterstellt, was die erste obige Prämisse zumindest abschwächen dürfte. Auch die Normalverteilung der Renditen als dritte Annahme trifft in der Realität nicht zu⁶⁷. In der Praxis findet dieser Schätzer heute kaum Anwendung.

2.2.9.3.2 OLS-Schätzer

Ein OLS-Schätzer⁶⁸ ist im Grunde nur ein Teil der Lösung und eignet sich vor allem für das VMP, da dieses eine enge Beziehung zur Regressionsanalyse aufweist, wo der OLS-Schätzer beheimatet ist. Bei der OLS Methode geht es darum, dass man die für eine Punkstreuung verwendete Funktion optimiert. Dies geschieht dadurch, dass die Abstände zwischen den Streupunkten und der Funktionslinie anhand deren Quadrate gemessen und minimiert wird. Die OLS-Methode heisst den auf Deutsch auch Methode der kleinsten Quadrate. Welche Funktion man verwenden soll, gibt die Methode nicht vor. Wir haben bereits beim Maximum-Likelihood-Schätzer gesehen, dass dieser eine zeitliche Unabhängigkeit der Merkmale voraussetzt⁶⁹. Und genau dies ist bei einem OLS-Schätze auch der Fall. Deshalb wird auch ein modifizierter OLS-Schätzer mit korrigierten Standardfehlern, kurz PCSE, verwendet⁷⁰. Ein Hauptproblem bei den OLS-Schätzer ist die Verwendung einer geeigneten Funktion. Gibt man die Prämisse der Normalverteilung auf, wird es schwierig eine geeignet zu finden.

2.2.9.3.3 James/Stein-Schätzer

Der James/Stein-Schätzer gehört zu den Shrinkage-Schätzer und verwendet daher einen Schrumpfkoeffizienten. Die Schrumpfung wird dabei zum Mittelwert des jeweiligen Wertpapiers gemacht. Der Schätzer besteht aus den Paramtern Gesamtmittel, Mittelwert des Wertpapiers und des Schrumpfkoeffizienten. Die Formel lautet wie folgt:

$$\tilde{S}_{js} = G + s_i * (\bar{i} - G)$$

Formel 2.27

G entspricht dem Gesamtmittel, s_i dem Schrumpfkoeffizient und $\bar{i}$ dem Mittelwert des Wertpapiers i. Durch die Glättung, je nach s_i , fallen die Schätzungen weniger extrem aus und es braucht i.d.R. weniger Umschichtungen beim Rebalancing. Dies ist sicher ein Vorteil dieses Schätzers.

2.2.9.3.4 Monte-Carlo-Simulation mit Wiener Prozess und CAPM

Eine weitere Möglichkeit für das Schätzen der Rendite ist eine Monte-Carlo-Simulation⁷¹. Da Märkte in aller Regel weniger volatil sind als einzelne Wertschriften und sich besser schätzen lassen, kann man einen Indexstand als Markt mit einer Monte-Carlo-Simulation schätzen und anschliessend die Renditen

⁶⁴ Als Heteroskedastizität bezeichnet man in der Statistik eine unterschiedliche Streuung innerhalb einer Zahlenreihe

⁶⁵ GARCH heisst "generalized autoregressive conditional heteroscedasticity" und basiert auf dem ARCH-Modell von Rober F. Engle, welcher dafür 2003 den Nobelpreis in Wirtschaft erhalten hat. Das ARCH-Modell beschreibt die Entwicklung der Varianz. Beim GARCH-Modell als Erweiterung davon, hängt die Varianz nicht nur von der Zeitreihe der Grundmenge ab, sondern auch von der eigenen Zeitreihe. Das GARCH-Modell wurde von Tim Bollerslev entwickelt

⁶⁶ Ist das Gegenteil von Heteroskedastizität und beschreibt somit eine Gleichstreuung der Varianzen innerhalb einer Zahlenreihe

⁶⁷ Auch hier sei auf den Anhang 5 verwiesen

⁶⁸ Englische Abkürzung für ordinary least squares estimation, zu Deutsch Methode der kleinsten Quadrate, Geht auf Friedrich Gauss zurück, welcher bereits 1795 die Grundlagen dafür schuf

⁶⁹ Stichwort „Heteroskedastizität“

⁷⁰ Eingeführt von Beck/Katz, 1995

⁷¹ Die Monte-Carlo-Simulation, auch MC-Simulation genannt, ist ein Verfahren aus der Stochastik, mit welchem versucht wird, ein mathematisches Problem numerisch zu lösen. Die Basis jeder MC-Simulation ist eine Menge an Zufallsvariablen. Diese können unterschiedlichen Verteilungen zu Grunde liegen. Die gebräuchlichste ist die Standardnormalverteilung, die wir auch benutzen werden. Mit MC-Simulationen kann man statistische Unsicherheiten simulieren – was wir uns zu Nutzen machen werden. Die MC-Simulation kann man als Schätzer verwenden, oder als Methode mit einem anderen Schätzer

bzw. Kurse der zum Index zählenden Wertschriften anhand des CAPM berechnen. Um mit einer Monte-Carlo-Simulation einen neuen Indexstand und somit eine Marktrendite zu schätzen, kann ein Wiener Prozess⁷² verwendet werden. Die Formel dazu lautet wie folgt:

$$\Delta I = r * I * k + \sigma * I * k * \varepsilon$$

Formel 2.28

I entspricht dem Indexstand, r der Rendite, k ist die Periodizität und ε ist eine normalverteilte Zufallsvariable, σ wie gewohnt die Standardabweichung. Als Ergebnis erhalten wir nicht einen Indexstand, sondern die Indexveränderung. Diese Simulation führen wir nun sehr oft nacheinander durch⁷³ und verwenden dann von allen Ergebnissen den Mittelwert als Veränderungswert:

$$\overline{\Delta I} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta I$$

Formel 2.29

Jetzt müssen wir anhand des Veränderungswertes und des aktuellen Indexstandes den neuen geschätzten Indexstand berechnen:

$$I_s = I + \overline{\Delta I} \quad I_s \text{ steht für den geschätzten Indexstand per heute + 1 Periode.}$$

Formel 2.30

Auf Grund des aktuellen und des geschätzten Indexstandes können wir nun die Marktrendite für die nächste Periode berechnen:

$$I_{rs} = \ln \left(1 + \frac{I_s - I}{I} \right) \quad I_{rs} \text{ steht für den Erwartungswert der Rendite des Marktes. Wir verwenden eine logarithmierte Rendite da diese besser zur Normalverteilung approximiert und unsere Zufallsvariablen der Simulation normalverteilt sind (Vorsicht bei Rendite -100 %).}$$

Formel 2.31

Mit der geschätzten Marktrendite können wir jetzt zusammen mit dem Betafaktor und dem risikolosen Zinssatz die CAPM-Methode anwenden um die Rendite für ein Wertpapier aus dem Index zu schätzen:

$$R_s = r_f + \beta * (I_{rs} - r_f) \quad R_s \text{ steht für den Erwartungswert der Rendite der Aktie.}$$

Formel 2.32

Auf Grund der Rendite und dem aktuellen Kurs können wir schliesslich noch den geschätzten Kurs der Aktie berechnen:

$$K_s = K * (1 + R_s) \quad K_s \text{ steht für den geschätzten Kursstand per heute + 1 Periode, R ist die Rendite in mathematischer Schreibweise.}$$

Formel 2.33

Die vorgestellte Monte-Carlo-Simulation mit Wiener Prozess und CAPM kann recht einfach in einer Tabellenkalkulation nachvollzogen werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt eine einfache Umsetzung, mit aus Platzgründen lediglich 12 Simulationsrunden. In diesem Beispiel wird nur bis zum geschätzten Indexstand gerechnet. Die restlichen Schritte bis zur geschätzten Rendite bzw. dem neuen Kurs einer Aktie

⁷² Dieser Prozess wurde nach dem Mathematiker Wiener benannt und hat nichts mit der Stadt Wien zu tun. Der Prozess ist auch als Brownsche Bewegung (nach dem Botaniker Brown) bekannt. Es ist ein stochastischer Prozess mit Zuwächsen

⁷³ Sehr oft ist ein weiterer Begriff. MC-Simulationen werden in d.R. mind. 1'000-fach durchgeführt. Da wir den Mittelwert verwenden ist dies aber sicher zu hoch, weil sich dieser dem aktuellen Stand immer mehr nähern dürfte. Aus diesem Grund „sehr oft“ bei etwa 100

sind nicht ersichtlich:

	A	B	C	D	E	F
1		MC-Simulation Index				
2						
3		Indexstand	100.000	Monatlich (1/12)		
4		Volatilität	0.200	Manuelle Eingabe		
5		Rendite	0.150			
6		Periodizität	0.083			
7				= \$C\$5*\$C\$3*\$C\$6+\$C\$4*\$C\$3*\$C\$6*C12		
8						
9			=STANDNORMINV(ZUFALLSZAHL())			
10					= \$C\$3+D12	
11		Simulation	Zufallsvariable	Änderung Indexstand	Indexstand neu	
12		# 1	0.301	1.744	101.744	
13		# 2	-0.686	0.107	100.107	
14		# 3	-0.817	-0.111	99.889	
15		# 4	-1.344	-0.985	99.015	
16		# 5	0.671	2.359	102.359	
17		# 6	0.131	1.463	101.463	
18		# 7	-0.878	-0.212	99.788	
19		# 8	-0.108	1.066	101.066	
20		# 9	0.367	1.854	101.854	
21		# 10	-1.780	-1.709	98.291	
22		# 11	0.695	2.398	102.398	
23		# 12	-1.198	-0.744	99.256	
24		Minimum		-1.709	98.291	
25		Maximum		2.398	102.398	
26		Mittelwert		0.602	100.602	
27						

Abb. 2.15 / Printscreen einer Monte-Carlo-Simulation mit Wiener-Prozess in einer Tabellenkalkulation

2.2.9.3.5 Der Nichts-Schätzer

Man kann sich fragen, weshalb man überhaupt etwas schätzt. Man könnte einfach die aktuellen Werte nehmen und so ein optimales Portfolio Stand heute zusammenstellen. Inwieweit dies schlechter ist als bei Schätzungen, lässt sich m.E. nicht sagen⁷⁴. Sicher kommt es darauf an, per wann in der Zukunft man ein Portfolio umsetzen will. Wie weiter es in der Zukunft liegt, desto ungeeigneter dürften die aktuellen Daten sein. Für kürzere Zeiten wäre es aber aus meiner Sicht eine denkbare Alternative.

2.2.13.4 Schätzung des Risikos

Im Anhang 6 und 7 finden Sie eine kritische Würdigung darüber, ob sich die Varianz bzw. Kovarianz als Risikomass für Wertpapiere eignet oder nicht. Darin gelange ist zum Schluss, dass die Varianz zwar nicht geeignet ist um das Risiko von Aktien zu messen, aber auf Grund der Tatsache, dass sich das Portfoliorisiko hauptsächlich aus den Kovarianzen ergibt und diese wesentlich stabiler sind, dies vernachlässigbar ist. Ohne Zweifel sind auch die Korrelationen zwischen Wertpapieren nicht stabil. Aber erstens (vor allem für kürzere Zeitperioden) auf ein gesamtes Portfolio gesehen nur minim und zweites haben wir ja auf Grund von Studien erfahren, dass die ersten Momente wesentlich gewichtiger sind als die zweiten. Ich komme somit stand heute zum Schluss, dass die bekannten Mittel für die Risikomessung eines Portfolios unter der Prämisse des μ/σ -Prinzips angemessen sind. Angesichts der Tatsache, dass man in der Regel viele Daten hat, ist es für gewöhnlich nicht signifikant, ob man die Varianzen mit oder ohne statistischen Freiheitsgrad berechnet. Dennoch sei an dieser Stelle erwähnt, dass es durchaus auch Schätzverfahren für die Varianzen und Kovarianzen gibt.

2.2.13.5 Schätzung der Gewichte

Die Gewichte bestimmen die Portfoliozusammenstellung und sind so im Endeffekt das Wichtigste bzw.

⁷⁴ Bis jetzt habe ich dazu keine wissenschaftlichen Untersuchungen gefunden

das Endziel und ergeben das optimale Portfolio. Um die optimalen Portfoliogewichte zu bestimmen braucht es Kenntnisse über die Renditen und Varianzen bzw. Kovarianzen, mit deren Schätzung wir uns vorstehend befasst haben. Die optimalen Gewichte des MVP, wenn man in den Gesamtmarkt investieren will, lässt sich wie folgt ermitteln:

$$w = \left(\frac{\Omega^{-1} \mathbf{1}}{\mathbf{1}^T \Omega^{-1} \mathbf{1}} \right)$$

Formel 2.34

$\mathbf{1}$ ist ein Vektor mit Einsen und Ω ist die bekannte Kovarianz-Matrix. Möchte man die optimalen Gewichte für ein Portfolio nach der Präferenz des Anlegers bestimmen, lässt sich das Optimierungsproblem nur über mehrere Schritte realisieren. Sowohl der oben für das MVP wie auch der in Kapitel 2.2.8 gezeigte theoretische Lösungsansatz haben die Prämisse, dass Wertschriften beliebig teilbar sind. Da dies in der Realität nicht der Fall ist, stossen diese Ansätze an Grenzen. Ein kurzes Beispiel soll diesen Aspekt veranschaulichen. Gegeben ist eine Aktie A für CHF 1'000 und eine Aktie B für CHF 700. Das naiv diversifizierte Portfolio soll gleichgewichtet sein und Sie wollen CHF 10'000 investieren. Dann müssten Sie CHF 5'000 in Aktie A und ebensoviel in Aktie B investieren. Von der Aktie A kaufen Sie 5 Stück. Von der Aktie B kaufen Sie 7 Stück, kommen damit aber nur auf CHF 4'900. Sie können in der Praxis die beiden Aktien nicht 100 % gleich gewichten. Um die optimalen *möglichen* Portfoliogewichte zu ermitteln, müsste man zusätzlich zu den Parametern Rendite⁷⁵ und Risiko die geschätzten Kurswerte berücksichtigen. Dabei sind diese in die Portfolioreferenzwährung umzurechnen.

2.2.13.6 Wechselkursrisiko⁷⁶

Das Wechselkursrisiko macht bei Aktienanlagen einen kleineren Teil vom Gesamtrisiko aus als bei Obligationen, darf aber dennoch nicht vernachlässigt werden. In der Zeit zwischen Januar 2007 und März 2008 verliert der DAX aus Sicht eines Euro-Investors leicht. Aus Sicht eines USD-Investors gewinnt er aber 11 %. Der Wechselkurs hat einen direkten Einfluss auf die effektive Rendite und somit auf den ersten Moment und die Gewichtungen. In der Literatur konnte ich bis jetzt keine empirisch untersuchten Schätzverfahren für einen Wechselkurs per Stichtag finden. Eine Möglichkeit wäre bspw. die vorgestellte Monte-Carlo-Simulation mit Wiener-Prozess. Die Eignung um einen Wechselkurs zu bestimmen ist mir allerdings nicht bekannt. Bei der Messung und Schätzung des Risikos sieht es anders aus. Dafür gibt es zahlreiche Methoden und Modelle. Unterschieden wird bei den Ansätzen oft zwischen Inflationssicherheit und Inflationsunsicherheit. Auch alternative Ansätze finden in der Literatur ihren Platz, bspw. das hedging, wo das Wechselkursrisiko separat zum Portfolio berücksichtigt wird. Wichtig ist die Unterscheidung zwischen der Wechselkursvolatilität bzw. der Volatilität der Wechselkursrendite und dem effektiven Währungsrisiko einer Anlage für einen Investor. Durch die Korrelation zwischen dem Währungskurs und dem Markt in fremder Währung tritt meistens eine Diversifikation ein. Diese führt dazu, dass das effektive Währungsrisiko meist kleiner ist als die Volatilität der Wechselkursrendite. Somit kann das Währungsrisiko nicht allein auf Grund einer historischen Wechselkurszeitreihe geschätzt werden sondern immer nur im direkten Zusammenhang mit einer Anlage. Die Formel zur Berechnung einer Volatilität bzw. Varianz mit Berücksichtigung des Wechselkurses erinnert an die Formel zur Berechnung des Portfoliorisikos:

$$\text{Risiko mit Wechselkursrisiko} = \sigma_F^2 + \sigma_W^2 + 2 * \sigma_{F,W}$$

Formel 2.35

F ist dabei der Fremdmarkt in der Fremdwährung und W die Wechselkursrendite CHF/Fremdwährung.

⁷⁵ Für das MVP braucht es die Rendite nicht

⁷⁶ Währungsrisiko kann hier synonym verwendet werden

Beim Portfoliorisiko spielen die Varianzen eine umso kleinere Rolle, je mehr Wertschriften das Portfolio enthält, bis dass diese praktisch keine Bedeutung mehr haben. Nach diesem Gesichtspunkt beurteilt bringt es wenig, wenn die Varianzen von Wertschriften in fremder Währung mit obiger Formel um das Wechselkursrisiko korrigiert werden. Vielmehr ist es erforderlich, jedes statistische Merkmal einer historischen Kurs- oder Renditezeitreihen mit dem jeweiligen Wechselkurs zu korrigieren und so das Risiko der Fremdwährung in die Korrelationen einfließen zu lassen – erst jetzt entfaltet sich das Wechselkursrisiko auch im Portfoliorisiko.

2.2.13.7 Die optimale Zeitspanne für historische Daten

Immer wenn man historische Daten verwendet, stellt sich die Frage, welche Zeitreihe man verwenden muss. Liefern die letzten 15 Jahren ein gutes Ergebnis? Die letzten 5? Das letzte Jahr oder gar nur der letzte Monat? Da sich aus den Kurs- oder Renditezeitreihen deren Gründe nicht ableiten lassen, kann man diese Frage nicht allgemein beantworten. Hat bspw. eine Firma vor einem Jahre eine neue Sparte durch eine Übernahme erhalten, sind die Daten der letzten 3 Jahre wahrscheinlich nicht mehr so aussagekräftig. Weiter hängt dies immer damit zusammen, auf welche Periode man das Portfolio berechnen will. Aus dem letzten Monat lässt sich der nächste ggf. besser ableiten, als aus den letzten 5 Jahren. „Die“ optimale Zeitspanne gibt es nicht. Damit sehr titelspezifische Eigenschaften abgedeckt werden können, empfiehlt es sich nur den Markt zu schätzen und die einzelnen Titeln daraus abzuleiten. Das ist die Idee des CAPM. In der Statistik sagt man als Faustregel, dass man mind. 36 Messpunkte braucht. Dies kann sicher als Anhaltspunkt verwendet werden. Ob es in jedem Fall eine geeignete historische Zeitreihe ergibt, kann ich nicht beurteilen.

2.2.13.8 Zusammenfassung

Schätzfehler in der Portfoliotheorie können verheerend sein und dürfen nicht unterschätzt werden. Der klassische Ansatz für die Schätzung des Erwartungswertes der Rendite ist ungeeignet. Es gibt heute empirisch nachweislich bessere Schätzer und Schätzverfahren. Eine Herausforderung bei allen Schätzverfahren basierend auf historischen Daten ist die Frage, welche Zeitspanne der historischen Daten man verwenden soll. Schätzfehler in den zweiten Momenten sind weitaus weniger sensitiv auf die Portfolioauswahl als die ersten. Weiter sind diese auch stabiler, so dass der klassische Ansatz für die Risikoschätzung als genügend angesehen werden kann. Das Wechselkursrisiko sollte nicht vernachlässigt werden. Deren korrekter Einbezug in das Portfoliorisiko bringt aber einiges an Rechenaufwand mit sich.

2.2.14 Kompatible Wertpapiere

Die Portfoliotheorie ist für Aktien ausgelegt. Es können aber durchaus auch andere Wertpapiere mit dieser Theorie erfasst werden. Dazu gibt es folgende Voraussetzungen: Die Rendite kann als normalverteilte Zufallsvariable verstanden werden und das Risiko lässt sich mit der Varianz beschreiben. Immer beliebter werden die sog. ETF (Exchange-traded funds). Dies zeigt die nachfolgende Darstellung eindrücklich:

ETF-Wachstum in Europa

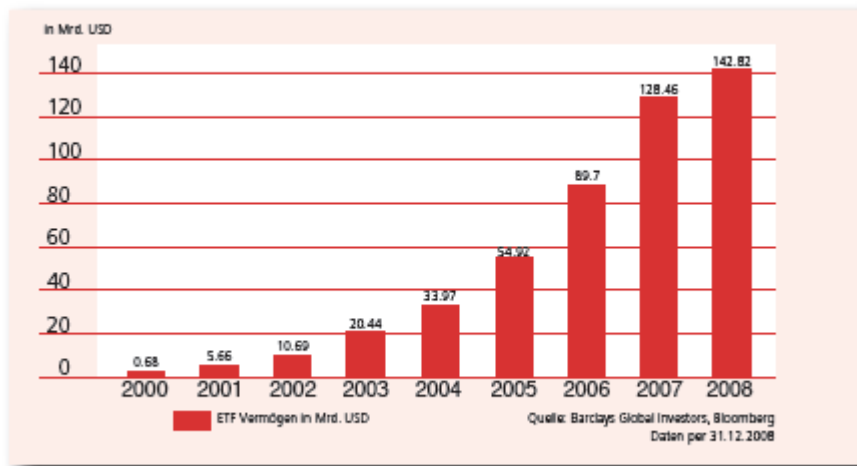


Abb. 2.16 / ETF-Wachstum in Europa. (Quelle: SFA Swiss Fund Association)

Obwohl sich ETF mathematisch hervorragend für die Verwendung mit der Portfoliotheorie eignen, stellt sich doch die Frage, ob sich dies mit der Ideologie der Portfoliotheorie verträgt. ETF investieren meist in einen Markt und haben nur eine kleine Abweichung zu diesem. Der Sinn der Portfoliotheorie besteht aber darin, durch geschickte Diversifikation den Nutzen zu maximieren. Dabei muss man für eine Mehrrendite gegenüber dem Markt, längerfristig ein höheres Risiko als der Markt hinnehmen. Durch die Portfoliotheorie lässt sich ein Portfolio bestehend aus ETF wohl nur sehr gering optimieren. Bei den normalen Fonds sehe ich schon eher Kandidaten für eine gute Ergänzung zu Aktien für die Anwendung der Portfoliotheorie. Diese dürfen natürlich auch nicht einfach einen Markt abbilden, es kommen daher sicher nur ausgewählte in Frage. Aber auch bei diesen müssen gewisse Abstriche bei der Ideologie gemacht werden. Wenn der Fonds aber selber nach der Portfoliotheorie investiert, passt es perfekt. Bei den Obligationen sieht es anders aus. Bei diesen spielen während der Laufzeit die Markzinse in den Kurs und da sie einen Verfall haben gibt es eine Rückzahlung (klassische Obligation). Damit haben ihre Renditen bzw. dessen Verlauf ein eigenes Muster, welches sich mathematisch nicht optimal in die Portfoliotheorie integrieren lässt.

Kapitel 3

Einschätzung und Würdigung der Theorie

In diesem Kapitel geht es um eine Standortbestimmung, bevor wir uns an die Umsetzung machen: Wo liegen die Stärken dieser Theorie? Wo liegen die Schwächen? Welche Chancen haben wir mit dieser Theorie und welche Gefahren lauern allenfalls auf uns? Die nachfolgenden Kapitel sind die Bestandteile einer SWOT-Analyse. Stärken und Schwächen beziehen sich auf die Theorie selber, die Chancen und Gefahren auf das Umfeld, bspw. die Konkurrenzsituation oder Wettbewerbsvorteile für eine Bank. Bei den Stärken kommen Stimmen der Befürworter zum Zug und bei den Schwächen die von Kritikern. Wenn sich etwas widerspricht, auch zu vorangehenden Kapiteln, so widerspiegelt dies auch etwas die unterschiedlichen Meinungen von Befürwortern und Kritikern. Beide Stimmen sollen hier ihren Platz erhalten.

3.1 Stärken (Stimmen der Befürworter)

Die Theorie beruht auf mathematischen Grundlagen und auch die Anwendung in der Praxis erfolgt mit mathematischen Berechnungen. Menschliche Irrtümer oder menschliches Fehlverhalten auf Grund von bestimmten Zuständen wie Angst, Stress etc. sind entsprechend im operativen Geschäft nicht möglich⁷⁷. Es bestimmt nicht ein Berater oder Händler, welches das beste Portfolio ist, sondern das System. Weiter ist ein Portfolio nach dieser Theorie immer nachvollziehbar. Errechnete Zukunftswerte können jederzeit mit gleichem Ergebnis reproduziert werden. Portfolios können unter Anwendung eines entsprechenden Systems für viele Kunden sehr rationell generiert werden. Die Theorie erlaubt es ferner, ein auf den jeweiligen Kunden zugeschnittenes Portfolio zusammen zu stellen. Die Kunden müssen nicht nur in drei-vier grobe Klassen eingeteilt werden, es ist eine sehr feine Abstufung möglich. Und dies dank des u/s-Prinzips mit nur zwei Parametern. Zudem lässt die Theorie auch Spielraum, namentlich bei der Zusammenstellung der Asset-Klassen und der Zuteilung des Kunden zu einer solchen Klasse. Diese beiden Schritte sind nicht Teil der Theorie, lassen sich aber gut kombinieren.

3.2 Schwächen (Stimmen der Kritiker)

Die Theorie geht von Prämissen aus, die empirisch nachweislich nicht zutreffend sind. Ferner deckt die Theorie die Titelwahl der Grundmenge nicht ab. Man kann unmöglich alle Valoren der Welt in die Berechnung einbeziehen und selbst dann müsste man sich fragen, ob dies das beste Ergebnis ergibt. Die Asset Allocation verbleibt ausserhalb dieser Theorie. Und hier stellt sich die Frage, ob nicht alles an dieser Auswahl liegt. Wählt man nur gute Titel für eine Klasse aus, kann man gar nichts falsch machen – auch ohne Theorie. Wählt man hingegen nur schlechte Titel für eine Klasse aus, hilft unter Umständen auch die Theorie nicht viel. Eine wichtige Schwäche unter dem Titel Prämissen ist sicher, dass die Renditen von Aktien nicht normalverteilt sind. Dies stellt das u/s-Prinzip in Frage und somit die gesamte Theorie. Des weiteren sind die Märkte nicht effizient, d.h. es gibt doch relativ viele Unternehmen die bspw. unterbewertet sind. Obwohl das Risiko das A und O der Theorie ist, lässt einem die Theorie im Dunklen, wie man die Risikopräferenzen eines Anlegers konkret in Erfahrung bringen kann. In diesem Zusammenhang muss auch erwähnt werden, dass das u/s-Prinzip für die Entscheidung eines Anlegers ggf. gegen Axiome der Bernoulli-Prinzips verstösst und mind. der klassische Ansatz für die Berechnung des optimalen Portfolios nicht geeignet ist. Weiter werden auch die Währungsrisiken meist nicht im Kalkül berücksichtigt und ebenso steuerliche Aspekte und andere Kosten nicht. Dies kann insb. bei Fonds grosse Auswirkungen haben. Schliesslich haben Schätzfehler in dieser Theorie verheerende Auswirkungen und die ganze Theorie baut auf Schätzungen auf.

⁷⁷ Voraussetzung ist natürlich, dass das System richtig aufgesetzt wurde und kein menschliches Versagen bzw. falsche Bedienung vorliegt. Dies ist ein Thema vom ORM

3.3 Chancen

In Zeiten mit kontinuierlichen Märkten kann mit dieser Theorie einen Mehrwert geschaffen werden. Durch die Umsetzung als Vermögensverwaltungsauftrag kann das Produkt für die Bank attraktiv sein. Das sehr individuelle Portfolio nach der Präferenz des Anlegers kann im Gespräch in den Mittelpunkt gestellt werden.

3.4 Gefahren

Es besteht die Gefahr, dass die Kunden das Produkt nicht verstehen und in aktuellen Zeiten gegenüber Modellen und theoretischen Ansätzen skeptisch sind. Weiter besteht die Gefahr, dass bei turbulenten Märkten oder gar Krisen die Prämissen stark nicht mehr zutreffend und daher mit der Theorie wohl keinen Mehrwert geschaffen werden kann.

3.5 Zusammenfassung, Massnahmen und Würdigung

Jetzt wollen wir versuchen, Stärken mit Chancen, Stärken mit Gefahren, Schwäche mit Chance und Schwächen mit Gefahren zu kombinieren. Das Ganze stellen wir übersichtlich in einer Matrix dar. Im Anschluss versuchen wir dann aus dieser Matrix konkrete Massnahmen und Anforderungen für die Umsetzung abzuleiten.

	Stärke	Schwäche
Chance	Durch die mathematischen Grundlagen und deren Umsetzung ist das Produkt transparent und jederzeit nachvollziehbar. Diese Transparenz wirkt positiv auf den heutigen Anleger. Je nach Marktlage kann dem Anleger mit diesem Produkt ein echter Mehrwert geschaffen werden. Mehrwert und volle Transparenz – was will der Anleger mehr.	In konstanten Märkten kann dem Kunden aufgezeigt werden, dass die besagten Schwächen doch eigentlich gar keine Schwächen sind. Der geschaffene Mehrwert wird ihn überzeugen.
Gefahr	Anleger trauen mathematischen Modellen und Methoden nicht mehr und sind eher skeptisch. Dem Kunden kann aber durch Vergleich aufgezeigt werden, dass in schlechten Zeiten auch andere Methoden keine besseren Resultate liefern.	Im Falle von nicht konstanten Märkten oder gar Krisen kommen die Schwächen voll zum tragen. Es kann kein Mehrwert mehr geschaffen werden und Kunden werden wohl nicht (mehr) damit investieren wollen.

Abb 3.1 / SWOT-Analyse zur Portfoliotheorie

Wichtige Massnahmen und Anforderungen für eine Umsetzung in der Praxis:

Um die Stärken ausnutzen zu können, die Chancen wahr zu nehmen:

- Schnelle und automatische Berechnungen von neuen und bestehenden Portfolios durch gute Algorithmen und entsprechendes Systems Engineering
- Anbindung an Handelsplattform um neue Portfolios schnell realisieren und bei bestehenden rasch ein Rebalancing durchführen zu können
- Gut verständliche und einfache Produktprospekte erstellen
- Attraktives Pricing anbieten
- Innovatives Verfahren zu Ermittlung der kundenspezifischen Risikopräferenzen verwenden
- Geschaffener Mehrwert jederzeit gut verkaufen
- Kundenberater entsprechend für den Verkauf und die Beratung schulen.

Um die Schwächen zu minimieren, die Gefahr einzudämmen:

- Gut durchdachte Methode für das Erstellen eines Risikoprofils verwenden

- Fundierte und ggf. erweiterte Asset Allocation erstellen und pflegen
- Minimieren der Schätzrisiken durch Anwendung von entsprechenden neuen Verfahren und Modellen
- Regelmässige automatische Überprüfung der Portfolios um frühzeitig handeln zu können
- Risikoprofil bzw. Antworten von Kunden kritisch hinterfragen und im Zweifelsfall konservativer einstufen
- **Ggf. Ausstiegsklausel vereinbaren, damit bei Gefahr zu Gunsten des Anlegers von der Portfoliotheorie abgewichen werden darf (bspw. Titel nicht berücksichtigen den die Theorie vorschlägen würde etc.).**

Es gibt viele kritische Stimmen – auch von Finanzprofis zu dieser Theorie. Oft wird auch eingewendet, dass diese sehr viele Berechnungen verlangt, auch wenn man nur wenige Titel hat. Mit empirischen Studien lassen sich auch fast alle Prämissen der Theorie als nicht (ganz) zutreffend entpuppen. Mit dem Verweis auf einzelne Finanzgurus wird zum Teile heute noch das Stock-Peaking hoch geschrieben. Dennoch muss man eingestehen, dass die Theorie mit allen Nachteilen immer noch die beste wissenschaftliche Theorie für das Portfoliomanagement ist. Behavioral Finance ist wunderbar, aber leider lassen sich bis heute Phänomene und Veränderungen nur in der Vergangenheit systematisch erkennen und erklären. Ein Blick in die Zukunft wird dadurch nicht einfacher oder besser. Auch Theorien wie die der Fraktalen⁷⁸ mögen genial sein, aber leider lässt sich auch deren ganzes Muster erst im Nachhinein erkennen und nicht schon im Voraus mit Gewissheit berechnen.

Es geht eigentlich nicht darum, die Zukunft wirklich voraus zu sehen, sondern auf Grund der Gegenwart das Beste zu machen. Und für das ist die Portfoliotheorie nun mal die beste Lösung. Wer ein Portfolio nach einer wissenschaftlichen⁷⁹ Theorie zusammenstellen und bewirtschaften will, der muss die Portfoliotheorie von Markowitz anwenden. Dabei ist jeder frei, wo im Prozess und wie genau er diese Theorie nutzen will.

⁷⁸ Fraktal ist ein Begriff von Benoît Mandelbrot, einem französischen Mathematiker. Er bezeichnet Gebilde, bei welchen die Einzelteile gleich ausschauen wie das Ganze. In der Natur kommen diese relativ häufig vor, so zum Beispiel beim Romanesco (Gemüse). Bekannt ist auch der Pythagoras-Baum. Mit Fraktalen lassen sich Finanzdaten bereits gut beschreiben, aber eben auch nur in der Vergangenheit

⁷⁹ Der Frage wie wissenschaftlich diese Theorie nun ist, kann ich hier leider nicht nachgehen

Kapitel 4

Umsetzung in der Praxis

In diesem letzten Kapitel will ich aufzeigen, wie man die Portfoliotheorie in der Praxis umsetzen und anwenden könnte. Dazu entwickle ich einen lauffähigen Prototyp einer Software. Nebst der technischen Umsetzung will ich auch aufzeigen, welche regulatorische und vertragliche Punkte *speziell* beachtet werden müssen, wenn man diese Theorie als neues Produkt einführen und anbieten will.

4.1 Rechtliche und regulatorische Anforderungen

Die Portfoliotheorie kann man als Bank für Kunden nur im Rahmen eines Vermögensverwaltungsauftrages (VVA)⁸⁰ umsetzen. Dazu müssen verschiedene Vorschriften Seitens der Bank beachtet werden und es braucht einen entsprechenden Vermögensverwaltungsvertrag. Weiter hat die Umsetzung der Portfoliotheorie im Rahmes eines VVA Auswirkung auf das Risikomanagement der Bank, namentlich der operationellen Risiken. Die wichtigsten rechtlichen und regulatorischen Bestimmungen sind:

FINMA-RS 09/1, Eckwerte zur Vermögensverwaltung

Die Anlageziele und -beschränkungen sind schriftlich im Vertrag mit dem Kunden festzuhalten. Die Anlagen und Transaktionen erfolgen im Interesse des Kunden. Nicht wirtschaftliche Umschichtungen im Kundendepot (sog. Churning) sind zu unterlassen. Der Vermögensverwalter stellt sicher, dass die Anlagen dauernd mit den Anlagezielen und -beschränkungen übereinstimmen. Er überprüft periodisch die verfolgte Anlagestrategie. Der Vermögensverwalter informiert seine Kunden in angemessener Weise über die auf Grund der festgelegten Anlagezielen und -beschränkungen eingegangenen Risiken.

Richtlinie für Vermögensverwaltungsaufträge der SBVg (gewisse Teile davon werden auf Grund des FINMA-RS 09/1 bis am 30.06.2010 noch angepasst)

Eine Bank, welche Vermögensverwaltungsaufträge (VVA) entgegen nimmt, muss über eine professionelle Organisation verfügen. Dies bedeutet u.a., dass Mitarbeiter welche Kundenberatung machen und/oder sich mit der Anlagepolitik beschäftigen, nicht auch die ordentlichen Auszüge für die Kunden erstellen dürfen (Gewaltentrennung). Die Bank kann die Anlagepolitik der VVA für alle Kunden gleich, für bestimmte Kundengruppen gleich, oder Kundenindividuell gestalten. Die Bank ist verpflichtet, Anlagen welche sie im Rahmen eines VVA kauft, sorgfältig auszuwählen. Die Bank vermeidet Klumpenrisiken in den VVA durch ausreichende Diversifikation. Aufgrund eines VVA dürfen keine Kredite aufgenommen oder potentielle Soll-Positionen eingegangen werden.

Beim Vertrag geht es u.a. darum, Haftungsrisiken der Bank auf Grund von Anlageschäden zu beschränken oder gar auszuschliessen. Ein Anlageschaden im vorliegenden Sinne entsteht durch eine schuldhaft rechtswidrige Einwirkung auf die Willensbildung des Anlegers vor dessen Entscheid. Schadenersatz kann gestützt auf einen Vertrag, aber auch ausservertraglich geltend gemacht werden. In der Regel entstehen solche Schäden durch fehlerhafte Anlageempfehlungen, welche für den Anleger nicht als solche erkennbar waren. Für den Schadensnachweis braucht es indes zwei Kausalitäten. Die haftungsbegründete und die haftungserfüllende. In der Praxis ist ein solcher Nachweis i.d.R. schwer zu erbringen, insb, der haftungserfüllende. Denn für einen Wertverlust an der Börse ist häufig mehr als nur ein Faktor verantwortlich. Der Haftungsausschluss mittels Vertrag ist besonders in den AGB sehr heikel. Liegt der Ausschluss ausserhalb dem, was allgemein zu erwarten war, kann sich ein Geschädigter auf die Ungewöhnlichkeitsregel stützen (Weber, Anlagerecht). Für eine Bank als konzessioniertes Gewerbe ist in diesem

⁸⁰ Oft VV-Mandat oder kurz VV genannt

Zusammenhang auch OR Art. 100 Abs. 2 relevant: "Auch ein zum voraus erklärter Verzicht auf Haftung für leichtes Verschulden kann nach Ermessen des Richters als nichtig betrachtet werden, wenn [...], oder wenn die Verantwortlichkeit aus dem Betriebe eines obrigkeitlich konzessionierten Gewerbes folgt."

Die rechtlichen Grundlage für die operationellen Risiken für unsere Umsetzung finden wir vor allem im **FINMA-RS 08/21, Operationelle Risiken Banken, Anhang 1, Qualitative Grundanforderungen**. Dort steht im Abs. 4: „Banken müssen die operationellen Risiken aus all ihren Aktivitäten, Produkten, Prozessen und Systemen identifizieren und beurteilen können. Vor einer Veränderung der Struktur von Aktivitäten, Produkten, Prozessen und Systemen sind diese mit Blick auf ihre operationellen Risiken adäquat zu beurteilen.“ Die nachfolgende Abbildung enthält einen möglichen Risikokataster nach den Kategorien von Anhang 2 des besagten Rundschreibens. In der letzten Spalte stehen Beispiele und Bemerkungen in Bezug auf die Umsetzung der Portfoliotheorie als VVA:

Verlustkategorie nach Basel II	Subkategorie nach Basel II	Risikobeschreibung	Beispiele/Bemerkungen im Zusammenhang mit der Portfoliotheorie
Kunden, Produkte und Geschäftspraktiken	Angemessenheit, Offenlegung und Treuhandpflichten	Risiko von Haftungsansprüchen aus Klagen bzw. Auseinandersetzungen mit Kunden (Bankenombudsman)	Generell bei Anlageprodukten, VV-Mandaten etc.
		Risiko aus Verletzung von Gesetzen oder Vorschriften (falsche/lückenhafte Verträge)	Schriftlicher Vertrag notwendig, Risikoaufklärung, Dokumentation der Risikoaufklärung, dauernde Überwachung etc.
	Unzulässige Geschäfts- oder Marktpraktiken	Vertrieb von Produkten und Dienstleistungen ohne entsprechende Bewilligung (Anlagefonds, Vermögensverwaltung, strukturierte Produkte)	Bank sollte die entsprechende Bewilligung haben.
		Angebot von Dienstleistungen in Märkten mit Vertriebsbeschränkungen / -verboten (US-Bürger, Deutschland ohne Bewilligung FINMA etc.)	Für US-Kunden werden automatisch Fonds/ETF gekauft da diese in einer verwendeten Anlageklasse sind, für welche es Verkaufsrestriktionen gibt.
	Probleme mit Produkten	Verletzung von steuerlichen Aspekten bei Produkten (Kündigungsfristen, Umsatzabgaben, VST, EuSt, QI etc.)	Je nach Wertpapieren welche man in den Anlageklassen hat.
		Haftungsrisiken aus Modellfehlern / Prospekthaftung	Man verwendet ein offensichtlich falsches Modell bzw. setzt es falsch um.
	Kundenselektion, Geschäftsvergabe und Kreditexposition	Anbieten von Produkten trotz statutarischer resp. regulatorischer Einschränkungen (z.B. Branchenlimiten, geogr. Geschäftskreis etc.)	Bankindividuell.
Abwicklung, Vertrieb und Prozessmanagement	Beratungstätigkeiten	Haftung für Schäden die aus Beratungstätigkeiten entstehen (z.B. Ungenügende Risikoaufklärung von Kunden, lückenhafte Aufzeichnungen zur Kundengeschichte) -> Beraterhaftung	Kunde wird nicht genügend über Risiken aufgeklärt. Die Art und Weise der Risikoaufklärung und Information wird nicht dokumentiert.
		Ungenügende Ausbildung der Kundenberater führen zu falscher Beratung mit entsprechenden Folgeschäden	Die Theorie bzw. das Produkt wird nicht verstanden und entsprechend wird der Kunde falsch/ungenügend informiert.
	Kundenaufnahme und Kundendokumentation	Verkauf von ungeeigneten Produkten an bestimmte Kundengruppen (Vorsorgekonti an nicht Erwerbstätige)	Produkt wird an Kunden verkauft, der besser nur Kassenobligationen kaufen würde.
		Fehler in der Datenaufbereitung / -interpretation führen zu Fehleinschätzungen/-felerentscheiden und fehlerhaften Berichten (z.B. DWH-Auswertungen, SNB-Reports, ALM etc.)	Daten werden fehlerhaft oder unvollständig importiert. Daten werden falsch oder mit falschen Parameter berechnet etc.
	Geschäftspartner	Falsche Verträge / Codierungen führen zu fehlerhaften Produkteergebnissen (Zinssätze, Kündigungsfristen, etc.)	Risikoprofil bzw. dessen Auswertung wird falsch berechnet und es entsteht eine falsche Risikopräferenz für den Kunden.
		Fehler aus unklaren Schnittstellen	Es werden falsche Kursdaten importiert.
	Lieferanten und Anbieter	Fehlende oder lückenhafte Leistungsvereinbarungen / Verträge / SLA führen bei Lieferausfällen zu Kostenfolgen für die Bank	Kurse werden nicht rechtzeitig geliefert für das Rebalancing. Kunden erleiden dadurch Verlust.

Abb. 4.1 / Risikokataster mit möglichen operationellen Risiken nach den Kategorien des FINMA-RS 08/21, Anhang 2

Soweit die relevanten rechtlichen und regulatorischen Anforderungen für eine Umsetzung der Portfoliotheorie als VVA, welche bei der Umsetzung unbedingt beachtet werden müssen.

4.2 Projektrahmen

In der nachfolgenden Grafik ist der verwendeter Projektrahmen für das Umsetzungsprojekt dargestellt:

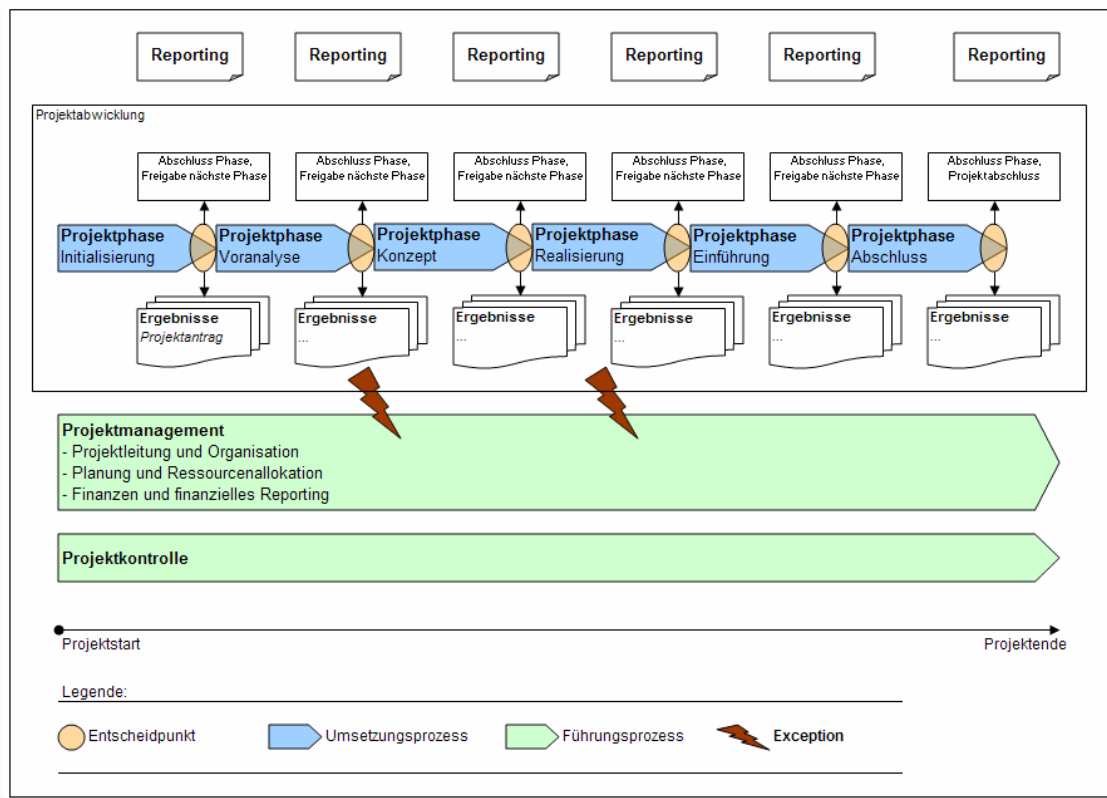


Abb. 4.2 / Verwendeter Projektrahmen, Anlehnung an den Projektrahmen von HERMES Systementwicklung

Ich verwende mit kleinen Abweichungen den Projektrahmen der HERMES-Methode Systementwicklung⁸¹. Als Ergänzung dazu arbeite ich mit definierten Exceptions, welche nach Auftreten speziell behandelt werden müssen. Dabei handelt es sich vor allem um Finanzielle und Inhaltliche Abweichungen die in einem Projekt auftreten können. Diese stellen nur ein Instrument des Projektmanagements dar und werden hier nicht mehr weiterverfolgt. Ebenfalls nicht weiter behandelt werden die eigenständigen Prozesse Projektmanagement und Projektkontrolle. Die detaillierten Beschreibungen zu den einzelnen Phasen finden Sie im jeweiligen Kapitel zur Phase. Das obige Modell dürfte somit fürs Erste genügend erklärt sein.

4.3 Projektphase Initialisierung

4.3.1 Beschreibung der Phase

Das Ziel der Phase ist, einen klar definierten organisatorischen und technischen Rahmen als Voraussetzung für eine erfolgreiche Projektentwicklung festzulegen. Für die Umsetzung notwendige technische Voraussetzungen müssen in dieser Phase identifiziert bzw. deren Verfügbarkeit muss abgeklärt werden. Wichtig ist auch die Ressourcenzusicherung, sowohl bei uns intern wie auch bei benötigten Partnern.

4.3.2 Phasenziel

In dieser Phase soll ein Projektantrag gestellt werden.

4.3.3 Resultierende Arbeitsergebnisse

⁸¹ In der Softwareentwicklung hat sich das V-Modell für die Projektführung als sehr gut erwiesen. Es wird in Fachliteratur und Zeitschriften immer wieder positiv erwähnt. Den Kernpunkt aus diesem Modell, dass jeweils die Testfälle und Abnahmekriterien gleich zu Beginn je Phase auch erstellt werden, setzte ich ebenfalls punktuell wo sinnvoll um

In dieser Phase sollen folgenden Arbeitsergebnisse erarbeitet werden:

- Projektantrag
- Projektplan

4.3.3.1 Projektantrag

Der Projektantrag von HERMES enthält etliche Punkte, welche in diesem frühen Stadium bekannt sein müssen. Für die Entwicklung unserer Software sind die nachfolgenden Punkte davon entscheidend:

- Ziele. Diese müssen in Organisations-, Prozess- und Systemziele sowie Projektziele unterteilt werden. Unsere Software soll die folgenden System- und Prozessziele erreichen:
 - Auf Grund von Inputdaten können optimale Portfolios nach der Portfoliotheorie von Markowitz berechnet werden
 - Wo möglich soll es elektronische Schnittstellen geben, welche auch wo möglichst automatisiert laufen
 - Die Software muss die minimalen Security-Anforderungen unserer Bank erfüllen.
- Restriktionen. Hier werden unter anderem zwingende Voraussetzungen definiert:
 - Wir brauchen zwingend alle notwendigen Markt- und Kursdaten insb. auch die Historien
- Kosten. Die Kosten bereits hier zu schätzen ist äusserst schwierig, dennoch muss man es machen. Bei Softwareentwicklungen muss man mit +/- 50 % Kostenschwankungen rechnen⁸². Bei unserem Projekt darf man die Kosten für die historischen (auch künftigen) Kurszeitreihen nicht vernachlässigen.

4.3.3.2 Projektplan

Den Projektplan stellen wir in einem GANTT-Diagramm dar. Ein solches könnte wie folgt aussehen (Ausschnitt):

⁸² Gemäss einer Studie der Standish Group International Inc. haben 53 % aller Softwareentwicklungsprojekte Kostenüberschreitungen von mehr als 50 %. 4.4 % haben gar Kostenüberschreitungen von mehr 400 %

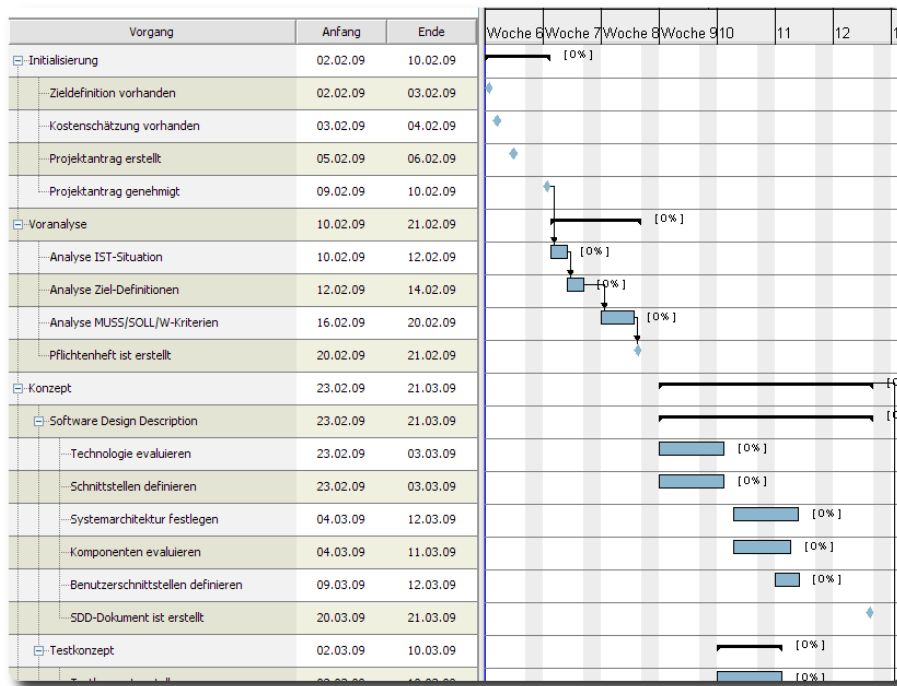


Abb. 4.3 / Ausschnitt aus GANTT-Diagramm für Projektplanung

4.3.4 Abschluss der Phase und Freigabe nächste Phase

Diese Phase wird mit der Bewilligung oder allenfalls Ablehnung des Projektantrages abgeschlossen. Der bewilligte Projektantrag ist zugleich Startschuss für die nächste Phase, der Voranalyse.

4.4 Projektphase Voranalyse

4.4.1 Beschreibung der Phase

In dieser Phase geht es um die Erstellung und Beurteilung der Situationsanalyse sowie der Überprüfung und Definition der Zielsetzungen (für die Organisation, Prozesse und Systeme), der Problemstellung und Anforderungen des Untersuchungsbereichs. Weiter geht es um die Erarbeitung der groben Muss-, Soll- und Wunsch-Vorstellungen sowie die Abschätzung ihrer voraussichtlichen Wirtschaftlichkeit und Realisierbarkeit.

4.4.2 Phasenziel

Nach dieser Phase soll eine Voranalyse in Form eines konkreten Pflichtenheftes vorliegen.

4.4.3 Resultierende Arbeitsergebnisse

In dieser Phase sollen folgenden Arbeitsergebnisse erarbeiten werden:

- Pflichtenheft nach Helmut Balzert⁸³
- Pendenzenliste (Standard)

4.2.3.1 Pflichtenheft

Das Pflichtenheft ist sehr wichtig, denn auf Grund von den darin beschriebenen Anforderungen werden

⁸³ Hier weiche ich von HERMES ab und erstelle ein Pflichtenheft nach Helmut Balzert. Dieses eignet sich meiner Meinung nach hervorragend, um die klaren Anforderungen systematisch zu erfassen

wir anschliessend Umsetzungskonzepte schreiben⁸⁴. Entsprechend empfehle ich, sich genügend Zeit für die Erstellung des Pflichtenheftes zu nehmen. Ein vollständiges Muster-Pflichtenheft finden Sie im Anhang 10.

4.4.4 Abschluss der Phase und Freigabe nächste Phase

Das Pflichtenheft muss vom Auftraggeber genehmigt werden. Ist das Pflichtenheft genehmigt, können wir mit der nächsten Phase beginnen.

4.5 Projektphase Konzept

4.5.1 Beschreibung der Phase

In dieser Phase geht es um die konkrete Beschreibung und Definition der umzusetzenden Lösung. Die Beschreibungen und Definitionen müssen einen Detaillierungsgrad haben, der eine Realisierung zulässt.

4.5.2 Phasenziel

Nach dieser Phase liegen sämtliche Konzepte vor, damit mit der Realisierung unverzüglich begonnen werden kann.

4.5.3 Resultierende Arbeitsergebnisse

In dieser Phase wollen wir die folgenden Arbeitsergebnisse erarbeiten:

- Software Design Description (SDD)⁸⁵
- Fachkonzept Berechnungen
- Testkonzept
- Konzept Risikoprofil
- Pendenzenliste (*Standard*)

4.5.3.1 Software Design Description (SDD)

4.5.3.1.1 Design-Übersicht

Gemäss den Anforderungen brauchen wir einen Server für die Im- und Exports und die Berechnungen. Dies deshalb, weil diese Jobs häufig in der Nacht und automatisch gemacht werden müssen. Nur mit einem Client ist dies im Betrieb nicht möglich. Deshalb erstellen wir eine Tier-3-Architektur mit einer Datenbank, einem Server und dem Client. Die nachfolgende Grafik zeigt unser Architektur-Design:

⁸⁴ Gemäss der in Fusszeile 81 bereits erwähnten Studie geben die meisten Teilnehmer für die Misserfolge als Gründe unvollständige Anforderungen und/oder später ändernde Anforderungen an, verbunden mit mangelndem Auftraggeber-Input

⁸⁵ Software Design Description SDD nach IEEE 1016 (Institute of Electrical and Electronic Engineers). Auf die Nachvollziehbarkeits-Matrix und die Diskussion um alternative Architekturen verzichte ich, zusätzliches Material ist nicht vorhanden

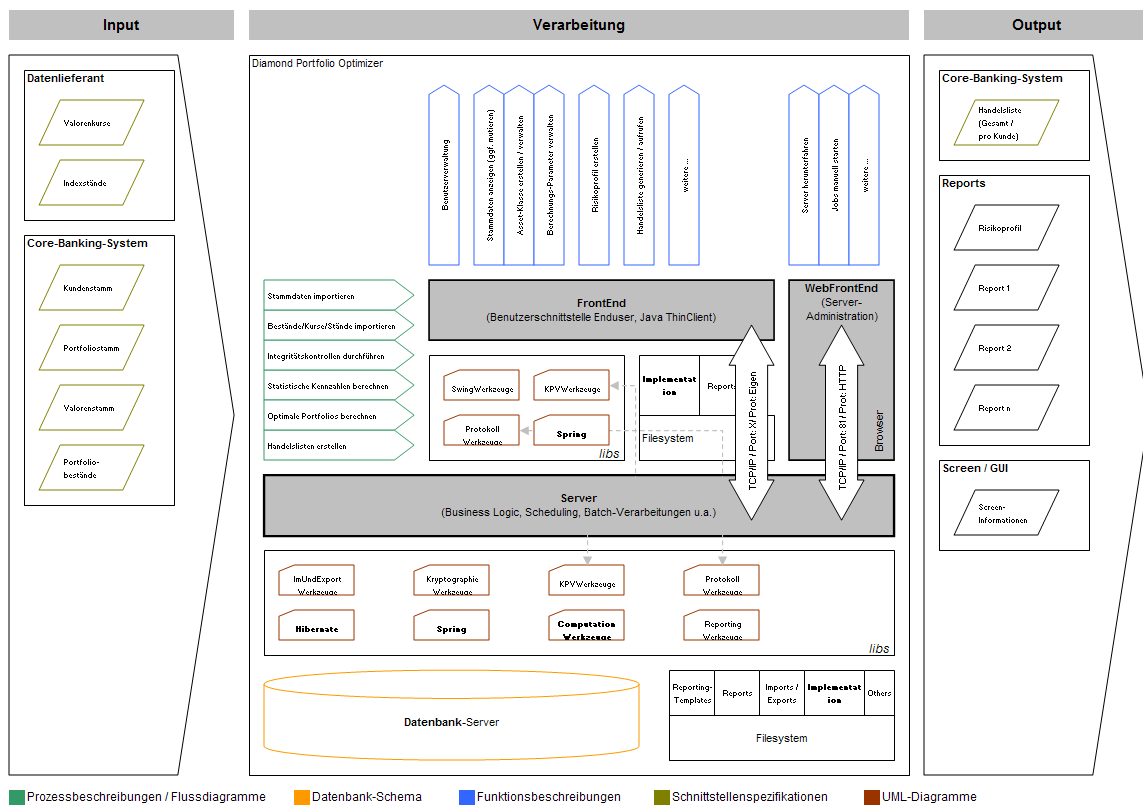


Abb. 4.4 / Systems-Engineering der Lösung / System-Design

Eine grössere Abbildung davon finden Sie im Anhang 11.

4.5.3.1.2 System-Architektur

Wir entwickeln unsere Software zu 100 % mit der Java-Technologie. Dabei setzen wir die Plattform Java SE 6 und die Sprachversion 6 ein. Alle notwendigen Softwarekomponenten von Dritten binden wir als lib vollständig in unsere Software ein. Als Entwicklungs-Pattern setzen wir flächendeckend und so konsequent wie möglich auf Dependency Injections und brauchen dafür das Spring-Framework. Für den Zugriff auf die Datenbank brauchen wir den OR-Mapper Hibernate. Weiter entwickeln wir die Security⁸⁶ und das Logging mit dem Aspekt-Orientierten Ansatz. Auch dafür greifen wir auf Spring zurück. Die Berechnungen werden hauptsächlich mit den Klassen von Apache Commons Math durchgeführt. Als Schnittstellen zu Drittsystemen kommen zurzeit ausschliesslich XML-Files über einen Fileserver zum Einsatz. Die Schnittstellenbeschreiben können daher zum grössten Teil einfach über XSD- oder DTD-Beschreibungen erfolgen.

4.5.3.1.3 Detailbeschreibung der Komponenten

Datenbank

Als Datenbank verwenden wir für den Prototyp eine Derby-Datenbank. Diese ist frei verfügbar und kann embedded verwendet werden. Als produktive Datenbank wäre diese sicher nicht geeignet, für den Prototyp weist sie aber passende Eigenschaften auf. Durch den optimalen Einsatz von Hibernate ist es ein leichtes, später eine andere Datenbank zu verwenden. Da die Derby-Datenbank keine null-Werte bei den Primärschlüsseln akzeptiert, müssen wir für den Einsatz mit Hibernate eine eigene Primärschlüsselgenerierungs-Implementation schreiben. Für den Prototyp verwenden wir keine Zugangssperren, in einer Pro-

⁸⁶ Wird für den Prototypen nicht umgesetzt

duktion wäre dies natürlich unumgänglich.

Server

Der Server besteht aus zwei Hauptteilen: Einem kleinen Webserver und dem Java-Client-Handler Server. Der Webserver dient vor allem dem Administrations-Userinterface. Der Java-Client-Handler Server bearbeitet die Anfrage des Java-Clients. Beide Teilservers laufen in der gleichen Anwendung unabhängig voneinander. Während für den Webserver das HTTP 1.0-Protokoll gebraucht wird, gelangt für die Kommunikation mit dem Java-Client ein eigenes zum Einsatz. Beide operieren auf TCP/IP-basis. Das eigene Protokoll ist ein serialisiertes POJO. Sowohl das Protokoll-Objekt wie auch alle darin übermittelten Objekte bzw. Klassen müssen sowohl auf dem Server wie auch auf dem Client vorhanden sein. Die Übermittlung von Java-Client und Server erfolgt unverschlüsselt. Die gesamte Business Logic wird auf diesem Server bereitgestellt.

Web-Client

Der Web-Client dient hauptsächlich dazu, die Jobs zu managen. Für den Prototyp sind nur sehr rudimentäre Funktionen vorhanden. Ebenfalls ist keine Autorisierung implementiert, da es beim Prototyp nicht primär um die Security geht. Ein aktueller handelsüblicher Browser genügt den Anforderungen.

Java-Client

Der Java-Client kann, muss aber nicht auf der Workstation des User installiert sein. Er kann auch auf einem Fileserver zur Verfügung gestellt werden. Der Java-Client besteht hauptsächlich aus der Swing-Oberfläche, er stellt keine eigentliche Business Logic zur Verfügung. Er macht Anfragen an den Server und stellt die Antworten auf der Oberfläche dar. Hauptsächlich dient er dazu, die notwendigen Stammdaten zu pflegen. Um Swing komplett mit Spring verwenden zu können, benutzen wir die Klassen von Swing4Spring⁸⁷. Damit ist es möglich, das gesamte GUI zu 100 % in XML zu definieren.

4.3.3.1.4 Benutzerschnittstellen (UI)

Die Benutzerschnittstellen stellen ausschliesslich die beiden Clients (Web und Java) dar. Die GUI-Richtlinien wurden bereits im Pflichtenheft beschrieben. Bei Bedarf können externe Programme zur Anwendung gelangen, so bspw. für die Datenbankadministration oder das Report-Design.

4.5.3.2 Fachkonzept Berechnungen

Bei der Umsetzung in der Praxis müssen u.a. die folgenden fachlichen Faktoren berücksichtigt werden:

- Wertpapiere sind **nicht teilbar**. Meistens geht der zu investierende Betrag nicht 100 % mit der möglichen Aktienstückelung einher.
Lösungsansatz: Wurde bereits im Pflichtenheft beschrieben. Die risikoreichsten Wertschriften werden iterativ untergewichtet, bis der zu investierende Betrag unterschritten wird.
- Wertpapiere sind gerade bei guter Diversifikation in **unterschiedlichen Währungen**. Dies muss zumindest bei der Gewichtung berücksichtigt werden.
Lösungsansatz: Die geschätzten Kursstände werden in CHF umgerechnet, wenn diese in einer Fremdwährung vorliegen. Dadurch werden diese bei den Gewichtungen berücksichtigt.
- Es gibt für gewisse Wertpapiere (insb. bei Fonds) **Verkaufsrestriktionen**. Diese müssen berücksichtigt werden.

⁸⁷ Diese ist eine Klassensammlung von Ronny Fuchs, mit welcher Swing-Oberflächen zu 100 % mit Spring-XML-Definitionen erstellt werden können

Lösungsansatz: Wir bilden für jedes Land mit Restriktionen eigene Portfoliomengen. Dadurch kann für betroffenen Anleger das Portfolio nur aus der Menge jener Portfolios selektiert werden, welche keine Titel mit Verkaufsrestriktionen enthalten.

- Die Vorgaben der Vermögensaufteilung gemäss der **strategischen Asset Allocation** müssen eingehalten werden.

Lösungsansatz: Wir berechnen für jede Asset-Klasse separat die effizienten Portfolios. Anschliessend selektieren wir für jede zugeteilte Asset-Klasse das optimale Portfolio und investieren gemäss Gewichtung der Asset-Klassen in jedes dieser optimale Portfolios. Alle Portfolios zusammen ergeben dann „das“ optimale Portfolio für den Anleger unter Berücksichtigung der Vermögensaufteilung nach Asset-Klassen.

- **Unwirtschaftliche Umschichtungen** (Rebalancing) sind verboten. Dies muss bei der Umsetzung besonders berücksichtigt werden.

Lösungsansatz: Pro Portfolio kann ein Prozentsatz definiert werden. Dieser steht für die maximale Abweichung in Prozent zum berechneten optimalen Portfolio. Wird diese Limite überschritten, muss ein Rebalancing stattfinden. Innerhalb dieser Limite wird kein Rebalancing gemacht.

- Nicht von jedem Wertpapier gibt es die **gleiche historische Zeitreihe**. Bei der Berechnung der Varianzen und Kovarianzen muss dies berücksichtigt werden, wenn Tagesschlusskurse verwendet werden sollen, was ich empfehle.

Lösungsansätze: Dieses Problem kann auf zwei Arten gelöst werden:

- (1) Es werden die Renditen für jeden Valor anhand aller vorhandenen Kursdaten für diesen Valor berechnet. Für die Varianzen und Kovarianzen werden dann nur jene Renditen berücksichtigt, für welche (Tag) es bei jedem Valor eine Rendite gibt;
- (2) Es werden zuerst alle Tage gesucht, bei welchen es für jeden Valor einen Kurs gibt. Anschliessend werden für jeden Valor nur Renditen jener Tage berechnet.

Ich habe keine wissenschaftliche Untersuchung dazu gefunden, welche Variante die besseren Ergebnisse liefert. Wir werden die erste Variante umsetzen, und zwar aus folgenden drei Gründen:

- Jede verwendete Rendite ist transparent und kann einzeln nachvollzogen werden, ohne dass man Kenntnis der virtuellen Datumsreihe hat;
- Wenn neue Valoren dazu kommen, muss man nicht sämtliche historische Renditen neu berechnen, sondern nur jene des neuen Valors
- Kommen neue Valoren hinzu, müssen die Renditen neu berechnet werden. Dies führt zu einem instabilen Verhalten, weil je nach verwendeter Valoren, für ein und denselben Valor am gleichen Tag andere Renditen verwendet werden.

Es gibt aber auch Gründe für die Variante zwei⁸⁸. Insbesondere wenn man einen VaR aus diesen Daten berechnen muss, würde ich empfehlen, zuerst empirische Untersuchungen zu machen, bevor man sich für eine Variante entscheidet. Denn die Wahrscheinlichkeiten der Normalverteilung reagieren sehr sensibel auf die Standardabweichungen und diese werden durch die Wahl der Variante unterschiedlich beeinflusst⁸⁹.

- Verschiedene **Perioden** sollen möglich sein. Einige Anleger wünschen ein monatliches Rebalancing, andere eines pro Quartal, pro Semester etc. Oder aber im Falle von einheitlichen Perioden will die Bank die Periode für alle betroffenen Portfolios umstellen. Dies führt dazu, dass

⁸⁸ Iwan Brot, Dozent AKAD, plädiert bspw. für die Variante 2

⁸⁹ Mehr dazu finden Sie im Anhang 5

für jede Periode unterschiedliche Renditen und Risiken berechnet werden müssen, bzw. die historischen Daten auch für andere Periode verwendbar sein müssen.

Lösungsansatz: Wir verwenden Tagesschlusskurse und berechnen die Grunddaten auf Grund von diesen. Anschliessend können wir die Rendite und das Risiko mathematisch auf die jeweilige Periode umrechnen⁹⁰.

Weiter muss man in Ergänzung an die Anforderungen die folgende Entscheidungen treffen:

- Mit welcher Methode/Verfahren will man die Renditen schätzen?
- Mit welcher Methode/Verfahren will man die Präferenz des Anlegers definieren?

Wir werden die Renditen mit dem in Kapitel 2 vorgestellten Ansatz einer Monte-Carlo-Simulation mit Wiener-Prozess und CAPM schätzen. Für die Risikopräferenz des Anlegers greifen wir auf die ebenfalls in Kapitel 2 vorgestellte Präferenzfunktion zurück. Die Ermittlung von Alpha werden wir in einem sep. Kapitel zum Risikoprofil behandeln. Da wir u.a. Das CAPM-Modell verwenden, stellt sich eine weitere Frage:

- Welcher risikoloser Zinssatz soll verwendet werden?

Beim risikolosen Zinssatz ist insbesondere zu beachten, dass man pro Währung einen solchen definieren muss, da i.d.R. Wertschriften in unterschiedlichen Währungen gehalten werden⁹¹. Nachfolgende Grafik zeigt den ersten Schritt des konkreten Ablaufes zur Berechnung schematisch auf:

**Datenaufbereitungs- und Berechnungsprozess
Teil 1:**

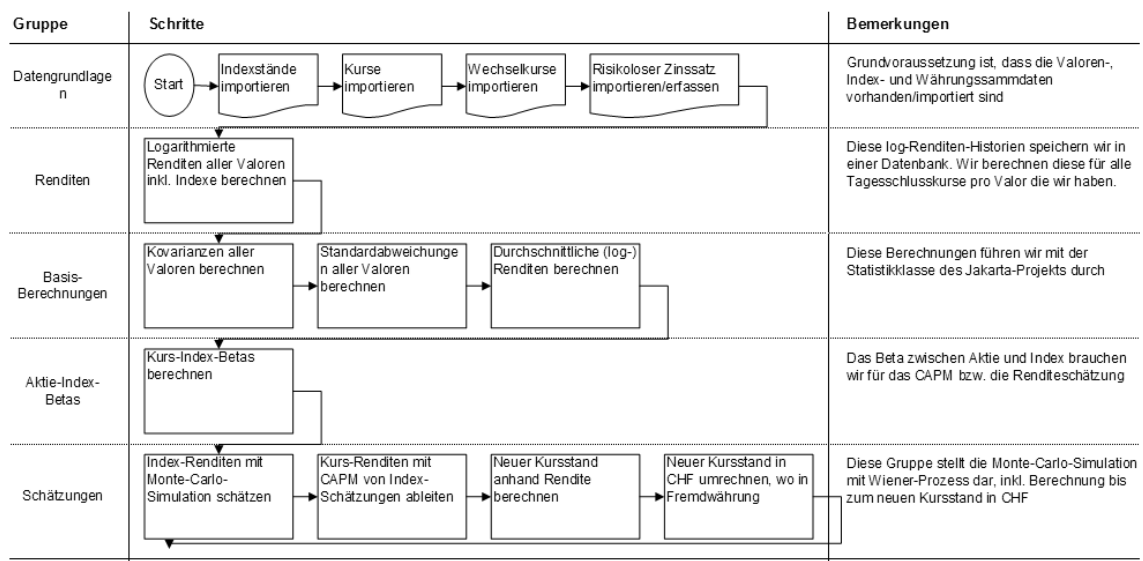


Abb. 4.5 / Berechnungsprozess, Teil 1

Nachdem alle Varianzen, alle Kovarianzen, alle Renditen und alle Kurswerte in CHF bekannt sind, können die Portfolios berechnet und selektiert werden. Der dazu verwendete Prozess ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt:

⁹⁰ Im Anhang 8 finden Sie eine Analyse der verwendeten Umrechnung von Risiken

⁹¹ Anforderungen an den risikolosen Zinssatz wurden in Kapitel 2.2.12 aufgezeigt

Teil 2:

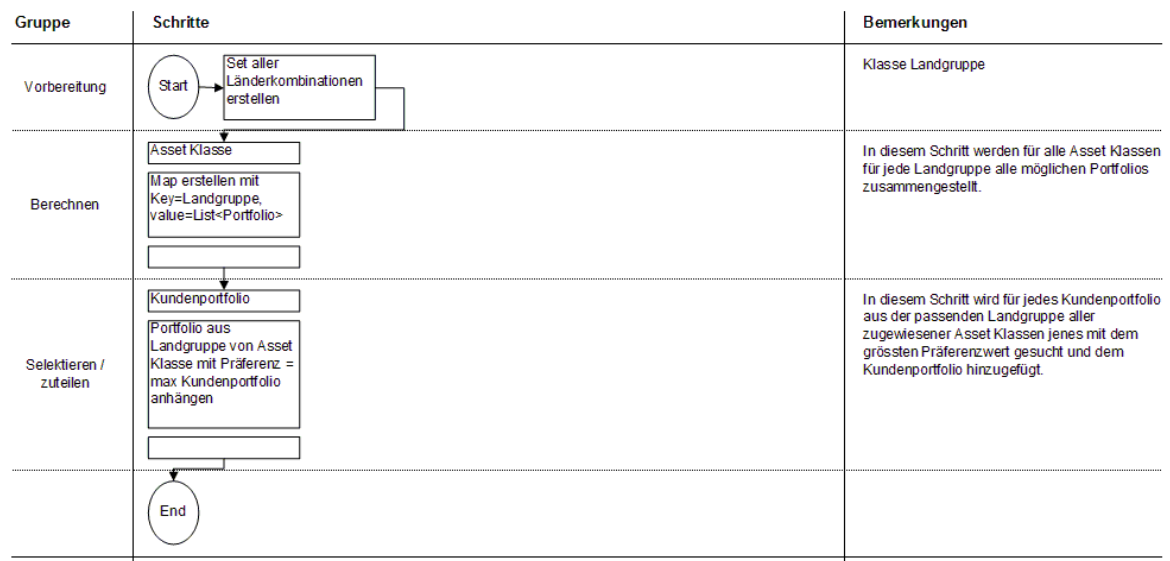


Abb. 4.6 / Berechnungsprozess, Teil 2

Für die Monte-Carlo-Simulation brauchen wir normalverteilte Zufallsvariablen. Diese können wir mittels verschiedener Methoden berechnen⁹². Für Java gibt es dazu entsprechende Implementierungen. Wir haben bereits mehrfach festgestellt, dass sich die Normalverteilung mittels zwei Parameter (μ und σ) beschreiben lässt. Diese Parameter müssen wir angeben, wenn wir normalverteilte Zufallsvariablen brauchen. Und hier stellt sich nun die Frage, welche Werte sind optimal für unsere Simulation? Diese einfachen zwei Werte bestimmen, wie gross unsere Variablen sein werden und entsprechend auch, welches Spektrum unsere Simulation an zukünftigen Indexveränderungen hervorbringen kann. In der Regel verwendet man $\mu = 1$, $\sigma = 1$. Für den Prototypen werde ich μ und σ anhand der effektiven Werten einstellen⁹³. Zugleich muss ich aber zugestehen, diesen Aspekt nicht weiter untersucht zu haben. Zumal ich keine diesbezüglichen wissenschaftlichen Untersuchungen gefunden habe.

4.5.3.3 Testkonzept

Im Testkonzept für unsere spezifische Software müssen die folgenden Aspekte berücksichtigt und getestet/überprüft werden:

- Datenimporte: Werden die Daten vollständig und korrekt importiert? Wie geht die Software mit Fehlern um, welche Art von Fehlern werden erkannt?
- Berechnungen: Werden die einzelnen Resultate nachvollziehbar und korrekt gerechnet? Können Teilergebnisse eingesehen werden?
- Output: Wird der Output vollständig und korrekt im entsprechenden Format erstellt?
- Funktionalitäten: Werden alle definierten MUSS-Anforderungen unterstützt?
- Performance: Werden die definierten Anforderungen erfüllt?

4.5.3.4 Konzept Risikoprofil

Das Risikoprofil ist eine grosse Herausforderung. Wir brauchen in der Präferenzfunktionen den Wert Alpha und zusätzlich eine Risikoobergrenze (Nebenbedingung in der vorgestellten Präferenzfunktion). Diese beiden alles entscheidenden zwei Werte widerspiegeln die Risikopräferenz des Anlegers, mit all seinen Facetten. Im Anhang 9 finden Sie Beispiele von eingesetzten Fragen in Risikoprofilen und meine

⁹² Bspw. die Polar-Methode oder die Box-Muller-Methode

⁹³ Entsprechend für jeden Index individuell

Würdigungen dazu. Ich bin zusammengefasst der Meinung, dass ein paar Fragen von Banken zur Ermittlung eines Risikoprofils für einen Anleger nicht unbedingt geeignet sind. Aus der Behavioral Finance haben wir heute bessere wissenschaftliche Erkenntnisse über das Risikoverhalten von Anlegern, so dass wir bessere Fragen stellen können. Nachfolgend stelle ich sechs alternative Fragen vor, welche ich für geeignet erachte, um aus den Antworten den Wert Alpha und die Risikoobergrenze zu berechnen.

Dieser Vorschlag ist nicht wissenschaftlich belegt und steht zur Diskussion. Wichtig: Es geht nicht darum, die Risikofähigkeit des Anlegers zu ermitteln⁹⁴, sondern seine Risikopräferenz für das Vermögen, welches risikobehaftet investiert werden soll.

Frage	Antwort-Typ	Bemerkungen
(1) Wie hoch darf der Verlust in einem Jahr maximal sein, damit Sie noch investiert bleiben?	Auswahl an Monatslöhnen in CHF (10'000, 20'000, 30'000, 40'000, 50'000, >50'000 etc.)	Aus der Behavioral Finance wissen wir, dass ein Monatslohn die einzige Grösse ist, wo sich der durchschnittliche Mensch konkret etwas darunter vorstellen kann. Das Risiko wird für ihn so greifbarer, als wenn eine Prozentszahl des investierten Kapitals steht. Dies widerspiegelt das maximale Risiko des Anlegers. Durch die Fragestellung „investiert bleiben“, geben wir zudem genau an, was sein Verhalten bei einem solchen Verlust sein muss.
(2) Sie erhalten folgende Wette angeboten: Sie zahlen 10'000 ein. In drei von vier Fällen erhalten Sie das Kapital mit Gewinn zurück. In einem von vier Fällen erhalten Sie nur noch 5'000 zurück. Wie hoch müsste die Gewinnaussicht mindestens sein, damit Sie auf die Wette eingehen würden?	Betrag in CHF	Statistisch gesehen ist die Mehrzahl der Jahre positiv. Mit dem Betrag den der Anleger hier angibt, gibt er seine Präferenz von Verlust und Gewinn an. Man könnte die Wette auch drehen, den Gewinn angeben und nach dem maximalen Verlust fragen.
(3) Sie erhalten folgende Angebote: (1) Die Rendite beträgt garantiert 5 % (2) Die Rendite beträgt in drei von zehn Fällen 2 %, in sieben von zehn Fällen ist sie mind. 7 %. (3) Die Rendite beträgt in drei von zehn Fällen 1 %, in sieben von zehn Fällen ist sie mind. 10 %. (4) Die Rendite beträgt in drei von zehn Fällen -1 %, in sieben von zehn Fällen ist sie mind. 12 %. Welches Angebot bevorzugen Sie?	Nummer der Antwort	Mit dieser Frage kann untersucht werden, für wie viel Prozent mehr Rendite für die Mehrheit der Fälle, der Anleger bereits ist, für eine Minderheit der Fälle weniger Rendite hinzunehmen. Auch dies weist auf die Präferenz von Rendite und Verlust hin.
(4) Sie erhalten folgende Renditeangaben angeboten: (1) 5 % mit einer Wahrscheinlichkeit von 90 % (2) 8 % mit einer Wahrscheinlichkeit von 70 % (3) 12 % mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % (4) 15 % mit einer Wahrscheinlichkeit von 30 %	Prozent und Wahrscheinlichkeit	Bei den beiden vorangehenden Fragen ging es um das Verhältnis von Gewinn und Verlust. Die Wahrscheinlichkeit war immer gegeben (Entscheidung unter Sicherheit). Bei dieser Frage geht es nun um die Frage, welche Wahrscheinlichkeit der Anleger für eine Rendite hinnimmt (Entscheidung unter Risiko). Der mögliche Verlust wird bei dieser Frage expl. nicht angegeben.
(5) Welche Aussage trifft am ehesten auf Sie zu? (1) Mir ist es wichtig, dass mir die zu erwartende Rendite möglichst genau gesagt werden kann. (0.2) (2) Die zu erwartende Rendite muss mir nicht genau gesagt werden können, wenn sie entsprechend angemessen hoch ist. (0.7)	Punktzahl der Antwort	Wie höher eine Rendite ist, desto ungenauer kann sie in der Regel vorher gesagt werden. Mit dieser Frage soll eruiert werden, was dem Anleger im Grundsatz wichtiger ist: Genaue Angabe, auch wenn diese tief ist, ungenaue Angabe, dafür Chance auf hohe Rendite.
(6) Nach wie vielen Jahren wollen Sie Bilanz über	Jahre	Der Anlagehorizont ist sehr wichtig. Aber

⁹⁴ Dazu wären etliche Informationen mehr erforderlich (bspw. finanzielle Verpflichtungen, familiäre Verpflichtungen, vorhandene Altersvorsorge, Versicherungen, Lebenshaltungskosten heute und nach Pensionierung, Tod (für Angehörige für die er sorgt) oder Erwerbsaufall, Steuern etc.

den Erfolg Ihrer Investition ziehen? (1) 1 Jahr (2) 3 Jahre (3) 5 Jahre (4) 10 Jahre (5) 15 Jahre		wenn wir ehrlich sind, haben wir alle einen sehr langen Horizont, denn die meisten bleiben irgendwie investiert, wenn sie einmal damit begonnen haben. Die meisten wollen nicht nach 3 oder 5 Jahren über das Geld verfügen. Diese Frageformulierung soll etwas präziser fragen, was man wissen will: Wie lange hat der Anleger Geduld. Wie Eingangs erwähnt, ist es nicht ein Profil für die Risikofähigkeit. Natürliche Grenzen wie Pensionierung, Absicht Hauskauf etc. müssen falls bekannt, natürlich berücksichtigt werden. Dies dann aber besser mit einer Finanzplanung.
--	--	--

Die Zahlen in den Fragen können und müssen natürlich angepasst werden. Dies sollte ein kontinuierlicher Prozess sein, denn je nach Wirtschafts-, bzw. Börsenlage können diese ändern und müssen angepasst werden, damit sie sinnvoll sind. Jetzt geht es noch darum, aus den Antworten Alpha und das maximale Risiko zu berechnen. Weiter wollen wir daraus auch gleich eine Asset-Klassen-Zuteilung gemäss den Klassen der strategischen Asset Allocation machen. Diese kann man wie folgt erreichen:

$$\begin{aligned}
\text{Max. Risiko} &= \frac{A_1 * 100}{V} \quad A = \text{Antwort, } V = \text{investiertes Vermögen} \\
\text{Alpha } \alpha &= \frac{\frac{A_2 - 10'000}{10'000} + \frac{A_3 + 2}{10} + \frac{A_{4,p} * (100 - A_{4,w})}{1000} + A_5 + \frac{A_6}{10}}{5} \quad p = \text{Rendite, } w = \text{Wahrscheinlichkeit} \\
\text{Anlageklasse} &= K_{1,x} - \alpha \rightarrow \max \quad K = \text{Matrix mit (Klasse, Alpha)}
\end{aligned}$$

Formel 4.1

Obwohl ich die obigen Fragen aus wissenschaftlicher Sicht sinnvoll und nützlich finde, müssten diesen den Praxistest noch bestehen. Ich könnte mir gut vorstellen, dass die eine oder andere Frage für einen Kunden zu kompliziert ist und man im Gespräch nicht die Zeit hat, diese dem Kunden ausführlich zu erläutern.

4.5.4 Abschluss der Phase und Freigabe nächste Phase

Diese Phase wird durch die Abnahme der Konzepte durch den Auftraggeber abgeschlossen. Deren Gutheissung ist zugleich Startschuss für die nächste Phase, der Realisierung.

4.6 Projektphase Realisierung

4.6.1 Beschreibung der Phase

In dieser Phase geht es um die technische Umsetzung der in den Anforderungen und Konzepten beschriebenen Anforderungen und Lösungen.

4.6.2 Phasenziel

Nach dieser Phase liegt die gesamte Software in einer Version und Status vor, welche eine produktive Einführung erlaubt.

4.6.3 Resultierende Arbeitsergebnisse

In dieser Phase wollen wir die folgenden Arbeitsergebnisse erarbeiten:

- Software gemäss Anforderungen und Konzepten

4.6.4. Hinweise zur Umsetzung

4.6.4.1 toString, hashCode, equals

Da für die Berechnungen sehr viele Objekte in Collections verwaltet werden müssen, ist eine Überschreibung von toString, hashCode und equals in den entsprechenden Klassen unerlässlich. Dabei muss darauf geachtet werden, dass Objekte für die Persistenz einen eindeutigen hashCode brauchen. Entsprechend muss die Implementierung dies sicher stellen. Probleme treten dabei meist bei neuen Objekten auf. Tipp: Ist ein Objekt transient, so sollte die ursprüngliche Implementierung verwendet werden (super.hashCode).

4.6.4.2 Basisberechnungen durchführen

Für die hauptsächlichlichen Berechnungen brauchen wir die MultivariateSummaryStatistics-Klasse von Apache Commons. (Code-Ausschnitt):

```
// Renditenmap erstellen
Map<Date, Map<Integer, BasicRendite>> dates = new TreeMap<Date, Map<Integer, BasicRendite>>();
List<BasicRendite> renditeList = session.createQuery("from ch.diam.businessobjects.BasicRendite r where r
session.close();
for(BasicRendite kurs : renditeList)
{
    if(dates.get(kurs.getDatum()) != null) { dates.get(kurs.getDatum()).put(kurs.getValor(), kurs); }
    else
    {
        Map<Integer, BasicRendite> kurseprodatum = new TreeMap<Integer, BasicRendite>();
        kurseprodatum.put(kurs.getValor(), kurs);
        dates.put(kurs.getDatum(), kurseprodatum);
    }
}
Iterator<Entry<Date, Map<Integer, BasicRendite>>> iter = dates.entrySet().iterator();
while(iter.hasNext())
{
    Entry<Date, Map<Integer, BasicRendite>> value = iter.next();
    if(value.getValue().size() != valoren.size()) { iter.remove(); }
    else
    {
        valorenkurse.put(value.getKey(), new double[valoren.size()]);
        double[] array = valorenkurse.get(value.getKey());
        Iterator<Entry<Integer, Integer>> iter2 = valoren.entrySet().iterator();
        while(iter2.hasNext())
        {
            Entry<Integer, Integer> value2 = iter2.next();
            array[value2.getValue()] = value.getValue().get(value2.getKey()).getWert();
        }
    }
}
// Berechnungen durchführen (lassen)
Iterator<Entry<Date, double[]>> iter3 = valorenkurse.entrySet().iterator();
while(iter3.hasNext())
{
    Entry<Date, double[]> value = iter3.next();
    mathUtil.addValue(value.getValue());
}
saveMathUtil.setMathUtil(mathUtil);
saveMathUtil.setValoren(valoren);
return new Boolean(true);
```

Abb. 4.7 / Basisberechnungen mit Java unter Berücksichtigung von unterschiedlichen Renditezeitreihen - Code-Ausschnitt

In einem ersten Schritt erstellen wir also eine Map mit allen Renditen, welche es bei allen Valoren gibt. Die eigentlichen Berechnungen führen wir dann mit folgenden Befehl durch: mathUtil.addValue(value.getValue());. mathUtil ist dabei ein Objekt der Klasse SynchronizedMultivariateSummaryStatistics von Apache Commons. Mit der Methode getCovariance erhalten wir ein RealMatrix-Objekt, welches die gesamte Kovarianz-Matrix darstellt. Mit

getStandardDeviation erhalten wir alle Standardabweichungen und mit getMean alle durchschnittlichen Renditen. Mit dem Befehl saveMathUtil.setMathUtil(mathUtil); übergeben wir das Objekt einem Singleton-Objekt von Spring. Dadurch kann es von jedem Objekt auf dem Server verwendet werden. Durch die Nutzung der Commons sind die Berechnungen mit äusserst wenig Code und sehr effizient umsetzbar.

4.4.4.3 Monte-Carlo-Simulation mit Wiener Prozess

Die Monte-Carlo-Simulation mit Wiener Prozess kann ebenfalls mit wenigen Code-Zeilen realisiert werden. Voraussetzung ist, dass man vorher noch für jedes Wertschriften-Index-Paar das Beta berechnet. Auch hier wieder ein entsprechenden Code-Ausschnitt:

```
session.beginTransaction();
Map<Integer,Double> indexRend = new HashMap<Integer, Double>();
List<BasicValor> valoren = session.createQuery("from ch.diam.businessobjects.BasicValor v where v.typ = ?").setInteger(0, 50(
for(BasicValor valor : valoren)
{
    Double meanRendite = saveMathUtil.getMathUtil().getMean()[saveMathUtil.getValoren().get(valor.getValor())];
    List<BasicKurs> kurse = session.createQuery("from ch.diam.businessobjects.BasicKurs k where k.valor = ? order by k.datum").
    Double lastKurs = kurse.get(kurse.size() - 1).getWert();
    Double sigmaRendite = saveMathUtil.getMathUtil().getStandardDeviation()[saveMathUtil.getValoren().get(valor.getValor())].
    SynchronizedMultivariateSummaryStatistics simulationen = new SynchronizedMultivariateSummaryStatistics(1, false);
    // MC-Simulation
    for(int i = 0; i < anzahlSimulationen; i++)
    {
        double[] simulation = new double[1];
        // Wiener Prozess
        simulation[0] = meanRendite * lastKurs * periode + sigmaRendite * lastKurs * periode * randomGenerator.nextGaussian();
        simulationen.addValue(simulation);
    }
    valor.setRendite((simulationen.getMean()[0] / lastKurs));
    valor.setAktWert(lastKurs);
    valor.setNewWert(lastKurs * (1 + valor.getRendite()));
    indexRend.put(valor.getValor(), (valor.getRendite()));
}
List<BasicValor> valoren2 = session.createQuery("from ch.diam.businessobjects.BasicValor v where v.typ = ?").setInteger(0, 1(
for(BasicValor valor2 : valoren2)
{
    List<BasicKurs> kurse = session.createQuery("from ch.diam.businessobjects.BasicKurs k where k.valor = ? order by k.datum").
    Double lastKurs = kurse.get(kurse.size() - 1).getWert();
    // CAPM
    Double rf = Double.valueOf(risikoloserZinssatz.getProperty(valor2.getWährung().toString()));
    Double B = saveMathUtil.getBetas().get(valor2.getValor());
    Double M = indexRend.get(valor2.getZindex());
    valor2.setRendite(rf + (B * (M - rf)));
    valor2.setAktWert(lastKurs);
    valor2.setNewWert(lastKurs * (1 + valor2.getRendite()));
}
session.getTransaction().commit();
```

Abb. 4.8 / Monte-Carlo-Simulation mit Wiener Prozess mit Java - Code-Ausschnitt

4.6.4.4 Optimales Portfolio finden

Um ein optimales Portfolio zu finden, generieren wir für jede Assetklasse für jede mögliche Länderkombination alle möglichen Portfolio. Damit es nicht gegen unendlich viele werden, muss ein Prozentsatz festgelegt werden, um welchen die Gewichtungen verändert werden. Dies gibt eine größere Granularität, ist aber effizient und für die Praxis auch sinnvoll. Der nachfolgende Code-Ausschnitt zeigt die Vorarbeiten für die Generierung von Gewichtungen. Die Berechnung von Portfoliorendite bzw. -Risiko mittels Matrix in Java wird im Anhang 3 kruz aufgezeigt. Diese Berechnung erfolgt direkt in der Portfolioklasse:


```

// Vorbereiten
List<BasicKunde> kunden = session.createQuery("from ch.diam.businessobjects.BasicKunde k").list();
List<BasicAssetklasse> assetklassen = session.createQuery("from ch.diam.businessobjects.BasicAssetklas
List<BasicValor> valoren = session.createQuery("from ch.diam.businessobjects.BasicValor v where v.typ
List<BasicValor_res> valoren_res_list = session.createQuery("from ch.diam.businessobjects.BasicValor_r
Map<Integer, BasicValor> valorenMap = new HashMap<Integer, BasicValor>();
Map<Integer, Set<String>> valoren_res_map = new HashMap<Integer, Set<String>>();
Map<Kunde_nat, Map<Assetklasse, Set<KalkuliertesPortfolio>>> portfolios = new HashMap<Kunde_nat, Map<A
Set<Set<BasicKunde_nat>> landKombinationen = new HashSet<Set<BasicKunde_nat>>();
for(BasicValor valor : valoren) { valorenMap.put(valor.getValor(), valor); }
for(BasicKunde kunde : kunden) { landKombinationen.add(kunde.getNation()); }
for(BasicValor_res valor : valoren_res_list)
{
    if(valoren_res_map.get(valor.getValor()) != null) { valoren_res_map.get(valor.getValor()).add(valore
    else
    {
        Set<String> land_set = new HashSet<String>();
        land_set.add(valor.getLand());
        valoren_res_map.put(valor.getValor(), land_set);
    }
}
Iterator<Set<BasicKunde_nat>> iter = landKombinationen.iterator();
while(iter.hasNext())
{
    Set<BasicKunde_nat> landSet = iter.next();
    // Map aller landSet-kompatiblen Aktien erstellen
    Map<Integer, BasicValor_res> valoren_landSet = new HashMap<Integer, BasicValor_res>();
    for(BasicValor_res valor_res : valoren_res_list)
    {
        Iterator<BasicKunde_nat> iter2 = landSet.iterator();
        while(iter2.hasNext()) { if(!valor_res.getLand().equals(iter2.next().getLand())) { valoren_lan
    }
}
// Für alle Assetklassen Portfolios erstellen
for(BasicAssetklasse assetKlasse : assetklassen)
{
    if(assetKlasse.getTyp().equals(100))
    {
        List<BasicAssetklasseValoren> valoren_zu_ak = session.createQuery("from ch.diam.businessob
        // Valorenlist ohne Restriktionen erstellen
        List<BasicAssetklasseValoren> valoren_zu_ak_res = new ArrayList<BasicAssetklasseValoren>()
        for(BasicAssetklasseValoren valor : valoren_zu_ak) { if(valoren_landSet.get(valor.getValor
        // Grundwerte für Gewichtungsvarianten ermitteln
        Integer anzahlValoren = valoren_zu_ak_res.size();
        Integer maximalAnteil = 100 - ((anzahlValoren - 1) * minimumAnteil);
        int anzahlSchlaufen = 1;
        for(int i = 2; i < anzahlValoren; i++) { anzahlSchlaufen = (anzahlSchlaufen + i); }
        // Alle möglichen Gewichte ermitteln, Portfolio erstellen und an Sammlung zuweisen
        for(int i = 0; i < anzahlSchlaufen; i++)

```

Abb. 4.9 / Java-Code, optimales Portfolio finden – Part Vorbereitung

4.6.5 Abschluss der Phase und Freigabe nächste Phase

Diese Phase wird durch die formale Abnahme der Software durch den Auftraggeber abgeschlossen. Diese gibt auch gleich den Startschuss für die Phase Einführung.

4.7 Projektphase Einführung

4.5.1 Beschreibung der Phase

In dieser Phase geht es darum, die entwickelte und abgenommene Software dem Betrieb zu übergeben und dort einzuführen. Dazu gehören in der Regel Schulungen und zusätzliche Tests.

4.7.2 Phasenziel

In dieser Phase soll die Software dem Betrieb übergeben werden.

4.7.3 Resultierende Arbeitsergebnisse

- Die Einführung soll in einem Einführungsbericht zusammengefasst und dokumentiert werden
- Pendenzenliste (Standard)*

4.7.3.1 Hinweise zur Einführung

Eine solche Software sollte wenn möglich zuerst selber getestet werden. Daher ist es zu empfehlen, die Einführung in einem ersten Schritt für eigene Referenzportfolios zu machen und in einem zweiten Schritt erst Kundenportfolios damit berechnen. Nicht zu unterschätzen sind die folgenden Aspekte für die Einführung: Schulung der End-User, Prozesse (Betriebs-, Vertriebs-, und Risikomanagementprozesse), BCM-Tests und internes Marketing.

4.7.4 Abschluss der Phase und Freigabe nächste Phase

Die Phase Einführung wird mit einem schriftlichen und vom Auftraggeber genehmigten Einführungsbericht abgeschlossen.

4.8 Projektphase Abschluss

4.8.1 Beschreibung der Phase

In dieser Phase geht es vor allem um die Finanzielle Rekapitulation. Weiter werden in dieser Phase Restpendenzen abgearbeitet oder weiteradressiert. Noch vorhandene Projektinfrastruktur muss abgebaut werden.

4.8.2 Phasenziel

- In dieser Phase soll das Projekt ordentlich abgeschlossen werden

4.8.3 Resultierende Arbeitsergebnisse

- Abschlussbericht

4.8.4 Abschluss der Phase = Projektabschluss

Mit dem genehmigten Abschlussbericht wird diese letzte Phase und somit das Projekt abgeschlossen.

4.9 Konklusion

Bevor man mit der eigentlichen Umsetzung beginnen kann, muss man sich für sehr viele Wege und Möglichkeiten entscheiden. Dabei kann man oft nicht auf fundierte wissenschaftliche Analysen zurückgreifen – das Bauchgefühl spielt eine wichtige Rolle. Hat man die fachlichen Fragen alle für sich geklärt und beantwortet, ist eine technische Umsetzung mit Java und Open-Source-Komponenten relativ einfach zu realisieren. Die entsprechenden historischen Daten haben die Banken in der Regel. Sonst können diese bei Datenlieferanten wie der Interactive Data Managed Solutions AG aboniert werden. Die Umsetzung darf m.E. nicht unterschätzt werden, gibt es doch auch etlichen rechtlichen und regulatorischen Anforderungen gerecht zu werden. Ebenso muss das Riskmanagement entsprechend ausgebaut werden.

Selbständigkeitserklärung

Ich erkläre hiermit, die vorliegende Praxisarbeit selbständig erarbeitet und geschrieben zu haben.

Günsberg, 27. Mai 2009

Ronny Fuchs

Anhänge

1 - 16

Ab hier folgen die Anhänge.

Anhang 1

Bankenumfrage zur Anwendung der Portfoliotheorie

Den unten aufgeführten Banken habe ich folgenden Fragebogen zugestellt:

1	Wie sieht Ihr Portfoliomanagement-Prozess in groben Zügen aus? (auch Beilagen oder Links möglich, wenn Sie entsprechende Standarddokumentationen haben)
2	Nach welchem Ansatz/Methode, ermitteln Sie die <u>Risikofähigkeit</u> eines Kunden? Welche Daten verwenden Sie (Quellen), und welche Hauptfragen stellen Sie dem Kunden?
3	Nach welchem Ansatz/Methode, ermitteln Sie die <u>Risikobereitschaft</u> eines Kunden? Welche Daten verwenden Sie (Quellen), und welche Hauptfragen stellen Sie dem Kunden?
4	Wie viele Risikoklassen kennen Sie, in welche die Kunden eingeteilt werden können und wie definieren Sie diese?
5	Nach welchem Ansatz/Methode bewerten bzw. schätzen Sie Aktien hinsichtlich deren zukünftigen Rendite und Risiko? Welche Werkzeuge verwenden Sie?
6	Nach welchem Ansatz/Methode stellen Sie ein Kundenportfolio zusammen?
7	Wie stellen Sie dabei die Beziehung zwischen dem Risikomass des Kunden (Ergebnis Ihrer Ermittlung, Risikofähigkeit und -bereitschaft) und dem Portfoliorisiko (Ergebnis Ihrer Bewertung/Schätzung) her, so dass das Portfoliorisiko mit dem Risikomass des Kunden übereinstimmt? Welche Grössen/Messeinheiten bzw. Methoden verwenden Sie?
8	Wie viele Titel haben Sie durchschnittlich in Ihren Kundenportfolios?
9	Wie oft (Periodizität) führen Sie in der Regel ein Rebalancing Ihrer Kundenportfolios durch?
10	Von welchen Lieferanten beziehen Sie Ihre Finanzdaten, auf die Sie sich stützen?
11	Haben Sie regelmässig bzw. viele reine Aktien-Portfolios?
12	Welche Anlageklassen führen Sie in Ihrer Asset Allocation und wie definieren Sie diese?
13	Sind Sie der Meinung, dass die Portfoliotheorie von Herrn Markowitz (moderne Portfoliotheorie) in der Praxis von Banken 1:1 umgesetzt wird? Begründen Sie Ihre Antwort bitte kurz.

Die detaillierten Ergebnisse kann ich aus Diskretionsgründen nicht veröffentlichen. Die Zusammenfassung der Ergebnisse finden Sie im Kapitel 1.

Bankenliste:

Folgende Banken habe ich angeschrieben. Leider habe ich nicht von allen eine Antwort erhalten. Ich glaube aber dennoch, mir eine Meinung über die Situation bilden zu können.

- AAM Privatbank AG, Basel
- AKB Privatbank Zürich AG, Zürich
- Bank Julius Bär & Co. AG, Zürich
- Bank Sarasin & Cie AG, Basel
- Basler Kantonalbank, Basel
- Berner Kantonalbank AG, Bern
- Clariden Leu AG, Zürich
- Credit Suisse, Zürich
- EFG Bank, Zürich
- Fisch Asset Management AG, Zürich
- Luzerner Kantonalbank AG, Luzern
- Maerki Baumann & Co AG, Zürich
- Migros Bank, Zürich
- Rahn & Bodmer, Zürich
- Rothschild Bank AG, Zürich
- Schaffhauser Kantonalbank, Schaffhausen
- St. Galler Kantonalbank, St. Gallen
- UBS AG, Zürich
- Wegelin & Co. Privatbankiers, St. Gallen
- Zürcher Kantonalbank, Zürich

Anhang 2

Berechnungsbeispiele zu den mathematischen Grundlagen

1. Erwartungswert

Wir wollen uns die Berechnung des Erwartungswertes und den Unterschied zum Mittelwert mit zwei Beispielen verdeutlichen.

Wir nehmen einen handelsüblichen Würfel, welcher fair ist und sechs Flächen besitzt auf denen es insgesamt 21 Augen hat, welche von eins aufsteigend bis 6 verteilt sind. Mit diesem Würfel würfeln wir nun insgesamt sechs Mal und notieren das jeweilige Ergebnis, welches sich am Schluss wie folgt präsentiert: 5, 4, 1, 2, 1, 6. Der Mittelwert dieser Zahlenreihe ist 3.166 (Summe geteilt durch die Anzahl). Der Erwartungswert dieser Zahlenreihe berechnet sich anhand der Formel wie folgt (siehe Kapitel 2.11):

$$\mu = 5 \frac{1}{6} + 4 \frac{1}{6} + 1 \frac{1}{6} + 2 \frac{1}{6} + 1 \frac{1}{6} + 6 \frac{1}{6} = \frac{19}{6} = 3.166$$

Der Mittelwert und der Erwartungswert sind in diesem Beispiel also identisch. Die Wahrscheinlichkeit $P(X = x_i)$ ist in unserem Fall immer $1/6$. Dies ist deshalb so, weil wir eine empirische Zahlenreihe haben und darin jeder einzelne Wert die gleiche Wahrscheinlichkeit besitzt, aufzutreten. Dass in unserem gewürfelten Fall die Wahrscheinlichkeit einer 1 grösser ist als die einer 2, 4, 5 oder 6 wird dadurch berücksichtigt, dass die 1 zweimal in der Zahlenreihe vorkommt.

Der Erwartungswert μ einer empirischen Zahlenreihe bei der jeder Eintrag die gleiche Wahrscheinlichkeit hat (was automatisch gegeben ist) entspricht dem Mittelwert.

Im vorherigen Beispiel haben wir also den Erwartungswert aus einer gegebenen Zahlenreihe berechnet. Nun wollen wir vor dem Würfeln wissen, welchen Mittelwert wir zu erwarten haben, wenn wir würfeln. Dabei ist wichtig, dass jede Zahl von 1-6 pro Wurf mit der gleichen Wahrscheinlichkeit gewürfelt werden kann. Die Berechnung dazu schaut wie folgt aus:

$$\mu = 1 \frac{1}{6} + 2 \frac{1}{6} + 3 \frac{1}{6} + 4 \frac{1}{6} + 5 \frac{1}{6} + 6 \frac{1}{6} = \frac{7}{2} = 3.5$$

Der Erwartungswert μ , beträgt also 3.5. Als wir richtig gewürfelt haben, betrug der Mittelwert 3.166, war also unter dem Erwartungswert. Der Einwand, dass wir bei der Berechnung des Erwartungswertes eigentlich nur einmal "gewürfelt" haben, entpuppt sich als überflüssig. Denn auch wenn Sie 1000 würfeln wird der Erwartungswert pro Wurf 3.5 sein und die Summe von 1000 Mal 3.5 geteilt durch 1000 gibt 3.5.

Der Erwartungswert bei einer Schätzung nähert oder deckt sich nur dann mit dem von einem Mittelwert (welcher immer auf empirischen Daten beruht), wenn die Anzahl Durchgänge des Experiments gross genug ist (und natürlich die Wahrscheinlichkeiten bekannt sind oder sehr gut geschätzt wurden).

Wenn wir also 1000 Mal würfeln, dürfte sich der Mittelwert sehr nahe bei 3.5 befinden.

Sowohl der Mittelwert wie auch der Erwartungswert müssen nicht direkt erzielbar sein. Sie können weder 3.166 noch 3.5 würfeln.

Wir hatten immer eine gleich verteilte Wahrscheinlichkeit. Dies muss aber überhaupt nicht immer der Fall sein. Der Teil $P(X = x_i)$ der Formel kann auch für jedes Element von X einen anderen Wert haben.

2. Varianz

Wir wollen die Ausführungen aus den mathematischen Grundlegend zur Varianz an einem kleinen Beispiel veranschaulichen. Gegeben ist die Zahlenreihe $X = \{1, 2, 3, 4, 5\}$. Um die Varianz zu berechnen, müssen wir zuerst den Erwartungswert $E(X)$ dieser Zahlenreihe berechnen. Die genaue Berechnung können Sie in den Erläuterungen zum Erwartungswert nachlesen. Die Funktion $E(X)$ liefert den Wert 3, also $\mu = E(X) = 3$ in unserem Fall. Somit sieht die Zahlenreihe mit Formelwerten wie folgt aus:

$$X = \{1-3, 2-3, 3-3, 4-3, 5-3\}$$

Dies ergibt die Zahlenreihe: $E = \{-2, -1, 0, 1, 2\}$. Diese muss jetzt noch quadriert werden:

$$-2^2, -1^2, 0^2, 1^2, 2^2 \Rightarrow X = \{4, 1, 0, 1, 4\} \quad (\text{durch das Quadrieren werden alle Werte positiv}).$$

Und diese "neue" Zahlenreihe übergeben wir nun wieder der Funktion $E(X)$, was ergibt:

$$\sigma^2 = E(X) = 2$$

Wobei wichtig ist, dass X in der obigen Formel bereits die berechnete Zahlenreihe der quadrierten Abstände ist. Es ist also keine allgemeine Formel sondern der letzte Arbeitsschritt. Die Varianz von $X = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ ist also 2.

Anhand eines einfachen Beispiels ist zu erkennen, dass man die Varianz mit der dargestellten allgemeinen Formel nicht in einem Schritt berechnen kann. Man muss zuerst den Erwartungswert berechnen. Anschliessend muss man alle Abstände von allen Komponenten zum Erwartungswert quadrieren und aus diesen Werten wiederum den Erwartungswert berechnen. Eine einfachere Methode bietet der Verschiebungssatz von Steiner, welcher in Kapitel 2.1.2 beschrieben ist.

3. Kovarianz nach dem Verschiebungssatz

Wir wollen die Kovarianz mit Hilfe des Verschiebungssatzes zur Veranschaulichung berechnen. Gegeben sind die beiden Merkmale (Vektoren) $X = \{1, 2, 4\}$ und $Y = \{2, 7, 5\}$. Der erste Teil der Formel $E(X*Y)$ bedeutet, dass wir den Erwartungswert des neuen Vektors $\{2, 14, 20\}$ ($X * Y$) berechnen. Dies ergibt 12. Der zweite Teil der Formel $E(X)E(Y)$ heisst, zuerst E von X berechnen, dann E von Y und anschliessend beide multiplizieren. $E(X) = 2.333$ ($7/3$), $E(Y) = 4.66$ ($14/3$), ergibt 10.888 ($98/9$). Jetzt nur noch der zweite vom ersten Teil abziehen: $12 - 10.888 = 1.111$. Dies ist die Kovarianz dieser beiden Merkmale. Es gilt zu beachten, dass dies die Kovarianz für eine Vollerhebung ist. Für eine Stichprobe müsste die Funktion $E(X)$ bzw. $E(Y)$ für die Stichprobe verwendet werden (siehe dazu beim Punkt Varianz).

Anhang 3

Portfoliorisiko mit Matrizen berechnen

In diesem Beispiel wollen wir das Portfoliorisiko mit Hilfe der Matrizendarstellung berechnen. Im Kapitel dazu hatten wir die nachfolgende Formel dafür aufgestellt:

$$\text{Portfoliorisiko} = \sigma_p^2 = \underline{w}^T * \Omega * \underline{w}$$

Ω ist dabei die Kovarianz-Matrix und $\underline{w}$ ist der Vektor mit den Gewichtungen. Als Beispiel war im Kapitel dazu die folgende Matrix gegeben.

	A	B	C
A	COV(r_A, r_A): 16.08 (w _i : 0.2, w _j : 0.2)	COV(r_A, r_B): 7.81 (w _i : 0.2, w _j : 0.3)	COV(r_A, r_C): 12.7 (w _i : 0.2, w _j : 0.5)
B	COV(r_B, r_A): 7.81 (w _i : 0.3, w _j : 0.2)	COV(r_B, r_B): 17.72 (w _i : 0.3, w _j : 0.3)	COV(r_B, r_C): 15.64 (w _i : 0.3, w _j : 0.5)
C	COV(r_C, r_A): 12.7 (w _i : 0.5, w _j : 0.2)	COV(r_C, r_B): 15.64 (w _i : 0.5, w _j : 0.3)	COV(r_C, r_C): 24.24 (w _i : 0.5, w _j : 0.5)

Kovarianz-Matrix (häufig bekannt als Varianz-Kovarianz-Matrix). Die Gewichte w in Klammern sind nicht Teil der Kovarianz-Matrix. Diese sind nur für die Vollständigkeit des Zahlenmaterials für die weitere Verwendung angegeben.

Gemäss Formel bzw. deren Erklärung brauchen wir zwei Matrizen, welche wir anhand der Informationen in der gegebenen Matrix wie folgt deklarieren:

$$\Omega = \begin{pmatrix} 16.08 & 7.81 & 12.7 \\ 7.81 & 17.72 & 15.64 \\ 12.7 & 15.64 & 24.24 \end{pmatrix} \quad \text{reine Kovarianz-Matrix, ohne Gewichtungen}$$

$$\underline{w} = \begin{pmatrix} 0.2 \\ 0.3 \\ 0.5 \end{pmatrix} \quad \text{Matrix (Spaltenvektor) mit den Gewichtungen der Titel.}$$

Wenn wir die Formel nun an Stelle der Matrix-Variablen mit den Matrizen selber darstellen, ergibt sich die folgende „Formel“:

$$\sigma_p^2 = (0.2 \quad 0.3 \quad 0.5) * \begin{pmatrix} 16.08 & 7.81 & 12.7 \\ 7.81 & 17.72 & 15.64 \\ 12.7 & 15.64 & 24.24 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 0.2 \\ 0.3 \\ 0.5 \end{pmatrix}$$

Lösen wir die erste Multiplikation, so erhalten wir:

$$\sigma_p^2 = (11.909 \quad 14.698 \quad 19.352) * \begin{pmatrix} 0.2 \\ 0.3 \\ 0.5 \end{pmatrix}$$

Berechnen wir noch die letzte der beiden Multiplikationen, so erhalten wir:

$$\sigma_p^2 = 16.467 \quad \text{bzw.} \quad \sigma_p = 4.057$$

Sie sehen, dass es die gleichen Resultate sind (Rundungsdiff.) wie im entsprechenden Kapitel mit der klassischen, Summarischen, Methode. Im Rahmen einer kleinen Vorschau wollen wir hier auch gleich zeigen, dass die Berechnung mit Matrizen nicht nur von Hand einfacher (vor allem Übersichtlicher) ist, sondern auch für die Umsetzung mit einem Computer. Und dies gleich in zweierlei Hinsichten. Zum einen braucht es wesentlich weniger Programmcode und somit Programmieraufwand und zum anderen kann mit Matrizen eine performantere (schnellere) Lösung entwickelt werden. Das nachfolgende Listing zeigt den notwendigen hart vercodeten Programmcode für die Lösung unserer Beispiels:

```

// Kovarianz omega erstellen
Matrix omega = new Matrix(new double[][]{
    {16.08, 7.81, 12.7},
    {7.81, 17.72, 15.64},
    {12.7, 15.64, 24.24}
});

// Gewichtungs-Vektor w erstellen
Matrix w = new Matrix(new double[][]{
    {0.2},
    {0.3},
    {0.5}
});

// Berechnen und Resultat in neuen Matrix schreiben
Matrix result = w.transpose().times(omega).times(w);

```

Die Matrix „result“ enthält in unserem Beispiel den Wert 16.467. Das Resultat muss natürlich nicht zwingend in eine Matrix gespeichert werden.

Anhang 4

Beispiel einer vielfältigen Verwendung von Performance

Banken verwenden das Wort "Performance" oft synonym mit "Rendite". Was auch vorkommt, dass es gar vermischt wird. Einmal ist es die Rendite, dann ein Vergleich. Ebenfalls häufig wird als Vergleichsindex einfach Einer im Nachhinein verwendet. Nachfolgend ein anonymisiertes Beispiel aus der Praxis.

Performance ist Rendite (es wird ja kein Vergleichsindex angegeben, die Bezeichnung heisst so und auch die Höhe der Zahlen lässt darauf schliessen):

Aktuelle Performance

Sämtliche Gebühren sind in der Rendite enthalten.		
I	2008	Seit 1.1.1997
Portfolio 1	-17.20 %	40.01 %
Portfolio 2	-22.00%	47.67%
Portfolio 3	-35.90 %	45.60 %
Portfolio 4	-41.40 %	43.85 %

Auf einem anderen Bild laufen die -41.40 % einmal unter dem Titel "Performance" (Performance 2008) und einmal unter dem Titel "Rendite" (Rendite Eiger -> Schlechtester Wert):

Performance 2008	-41.40 %
Performance 2007	1.70 %
Performance 2006	14.20 %
Rendite	1997-2008
Durchschn. Rendite	3.05 %
Bester Wert	34.64 %
Schlechtester Wert	-41.40 %

Die Begriffe werden vermischt und synonym verwendet. Ausschnitt aus dem (damals) aktuellen Lagebericht:

Performance

Im April und Mai konnten sich die Aktienmärkte deutlich von ihren Tiefstkursen vom März erholen. Der Weltaktienindex MSCI World konnte sich zwischenzeitlich um über 12 % steigern, bevor er dann ab Mitte Mai wieder deutlich an Terrain einbüsste. Wir glaubten nicht an einen nochmaligen Kurseinbruch wie wir ihn im März gesehen haben, weshalb wir im April/Mai die Aktienquote bei den einzelnen Portfolio-Strategien leicht erhöhten. Dieser Schritt war verfrüht, denn der Juni bescherte den Aktienmärkten erneut deutliche Kursabschläge. Hinzu kamen aufgrund von Inflationsängsten die weltweit steigenden Zinsen, was sich leider auch negativ auf die Kursentwicklung der Obligationen auswirkte. Aufgrund der Unsicherheiten an den Finanzmärkten erstarkte auch der Schweizer Franken gegenüber praktisch allen Währungen. Entsprechend führte diese Entwicklung zu Buchverlusten auf den Fremdwährungspositionen. So büssten im 1. Semester die Strategien [REDACTED] (-8.30%) und [REDACTED] (-11.30%) ein. Die Portfolios [REDACTED] (-16.50%) und [REDACTED] (-18.80%) stehen auch deutlich im Minus. Zieht man als Vergleichsindex beim Portfolio [REDACTED] den Weltaktienindex MSCI World hinzu, kann man feststellen, dass wir uns besser geschlagen haben. Der Index verlor über den gleichen Zeitraum 20.53 % an Wert. Das oberste Gebot beim Anlegen - und das sei an dieser Stelle wieder einmal erwähnt - ist, dass man sein Anlageziel nicht aus den Augen verliert und je nach Strategie über den notwendigen Zeitraum (Anlagehorizont) für eine positive Entwicklung seiner Anlagen, verfügt.

Zum einen ist der Vergleichsindex im Voraus festzulegen - dies ist bei diesem Produkt aber nicht der Fall (der Index wird nicht vertraglich festgelegt). Zum anderen stellt sich auch die Frage, ob der MSCI World Index mit knapp 1'900 Aktien in 24 Ländern wirklich das gleiche Risiko hat wie ein Fund of Funds, welcher auch in Hedge Funds investiert. Dies zeigt deutlich, dass der Anleger mit einem solchen Vergleich wenig bis nichts anfangen kann. Denn essentiell ist nicht nur die Rendite an sich, sondern auch mit welchem Risiko diese erzielt wurde. Dies braucht für eine Performance (= Vergleich) einen Index mit gleichem (oder nicht signifikant anderen) Risiko, oder aber eine Risikoadjustierung beim Vergleich. Am besten ist dann auch gleich, wenn man das Risiko bzw. die Adjustierung offen legt. Stichwort Transparenz. Schlussendlich ist auch nicht ganz klar, wie die Währungen behandelt werden. Während das Produkt der Bank in CHF geführt wird, ist der MSCI World Index in USD. Unterschiedliche Währungen müssen beim Vergleich auch berücksichtigt werden (gleiche Währungen vergleichen, wegen Währungsrisiko). Ob und wie dies gemacht wurde, war für mich nicht ersichtlich.

Anhang 5

Sind Aktienrenditen Standardnormalverteilt?

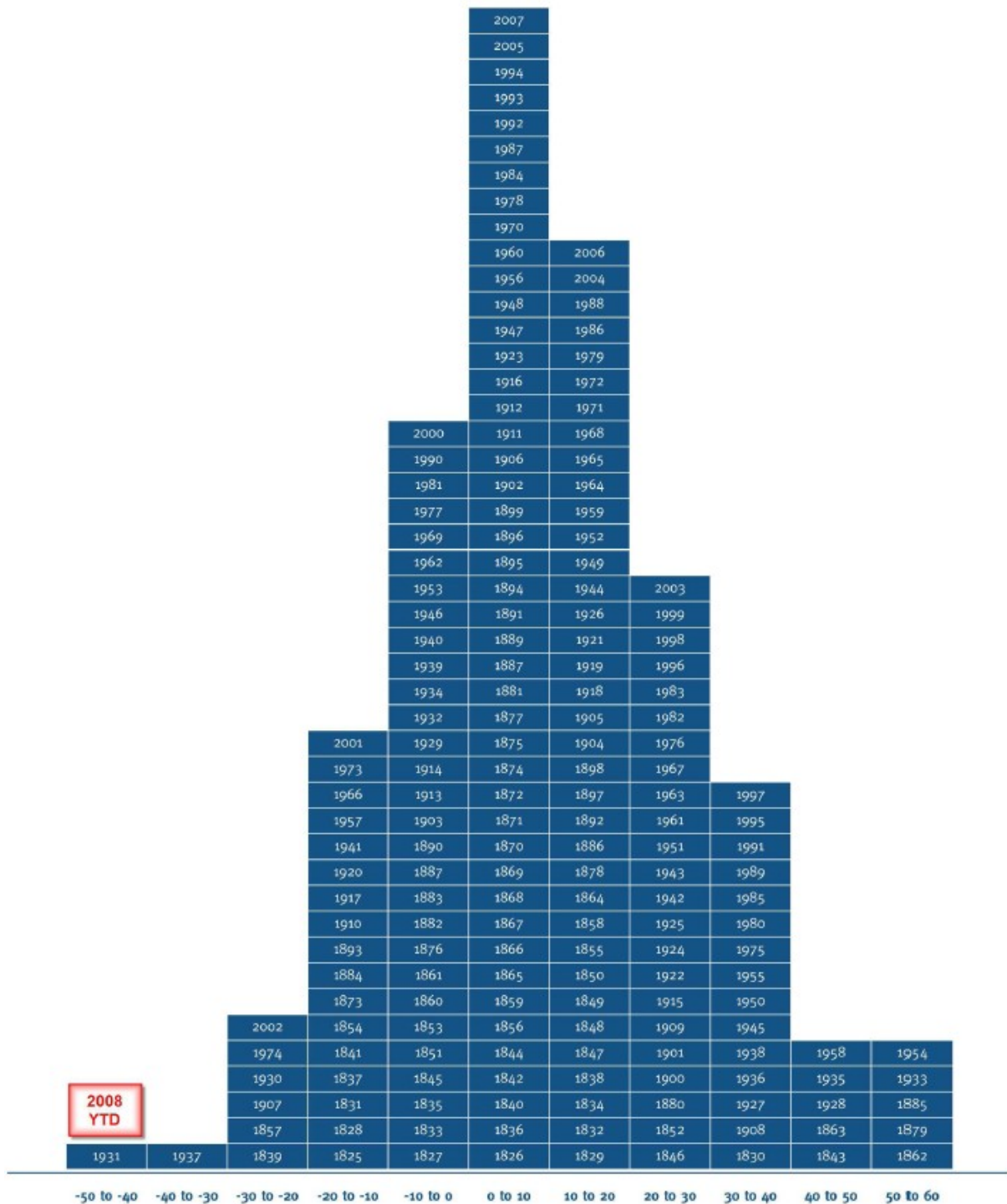
Mit der Standardnormalverteilung und den Aktienkursen bzw. Aktienrenditen ist es so eine Sache. Auf der einen Seite hört man immer wieder, dass diese nicht normalverteilt sind, auf der anderen Seite hört man aber auch das Gegenteil und zumindest die aktuellen oder bisherigen Risikomessmethoden der Banken stützen sich auf die Prämisse, dass die Renditen normalverteilt sind. Sind diese nun Standardnormalverteilt oder nicht? Und spielt dies überhaupt eine Rolle? Diesen zwei Fragen will ich in diesem Anhang etwas detaillierter nachgehen.

Die Frage, ob es eine Rolle spielt oder nicht, ist relativ einfach zu beantworten: Ja, es spielt eine grosse Rolle. Denn aus einer Verteilung heraus lässt sich (je nach Eigenschaft der Verteilung) eine Wahrscheinlichkeit ableiten, mit welcher Gewisse Werte einer Zufallsvariable (Erwartungswert) in Zukunft eintreten werden oder können. Und genau darauf stützt sich beispielsweise der Value at Risk (VaR), wenn man diesen anhand der Standardnormalverteilung berechnet.¹ Sind nun die Renditen nicht so verteilt, ergibt sich natürlich mit an Sicherheit angehegender Wahrscheinlichkeit eine andere Eintretenswahrscheinlichkeit und entsprechend ein anderer Wert im Risiko. Aber auch für die Schätzung von künftigen Renditen (erste Momente) ist es enorm erheblich, welche Verteilung das statistische Merkmal hat. Somit ist es auch berechtigt, sich die Frage zu stellen ob die Renditen nun standardnormalverteilt sind oder nicht.

Seit dem Nobelpreis von Markowitz und weiterer Wirtschaftsökonomen hat die Idee, dass Renditen normalverteilt sind, enormen Aufwind erhalten. Dies ist nicht zuletzt darauf zurückzuführen, dass die mit dem Nobelpreis gekrönten Theorien praktisch allesamt auf dieser Prämisse beruhen. Ansonsten funktionieren die Modelle und Theorie nicht wie gewünscht.

In diesem Anhang will ich ein Vorgehen aufzeigen, wie man für beliebige Renditezeitreihen herausfinden kann, ob sie normalverteilt sind oder nicht. Ich verwende dazu eine Zeitreihe, welche von Befürwortern oft als Referenz verwendet wird. Die nachfolgende Abbildung gibt diese Renditezeitreihe wieder:

¹ Es ist auch möglich, diesen mit einer Monte-Carlo-Simulation zu berechnen. Allerdings wird dabei meist ein Vektor von normalverteilten Zufallsvariablen verwendet, wobei die Problematik auch in diesem Fall wieder zum Tragen kommt. Um dies zu umgehen müsste man den Vektor der Zufallsvariablen mit einer anderen Verteilung herstellen.



Diese Statistik stammt von der Yale University und es ist gemäss dem Titel der Statistik der S&P Index von 1825 bis 2007 bzw. 2008 (rot, geschätzt). Vorweg noch ein Wort zur allgemeinen Qualität dieser Statistik: Das Jahr 1888 existiert darauf nicht. Das Jahr 1887 hingegen zwei Mal.

Bevor wir die Zahlenreihe nun analysieren, ist es wichtig sich darüber im Klaren zu werden, was die Standardnormalverteilung genau ist. Die Standardnormalverteilung ist ein Typ von kontinuierlichen Wahrscheinlichkeitsverteilungen. Weitere bekannte Typen dieser Kategorie sind z. B. die Students t-Verteilung oder die Cauchy-Verteilung. Das besondere an der Normalverteilung ist der zentrale Grenzwertsatz. Dieser sagt aus, dass eine grosse Anzahl (n) von unabhängigen aber gleichverteilten

Erwartungswerten (Zufallsvariablen) im Grenzwert von $n \rightarrow \infty$ normalverteilt ist - was wiederum bedeutet, dass die Verteilung durch eine Überlagerung von verschiedenen Einflüssen entsteht und jeder einzelne Erwartungswert nur einen unbedeutenden (nicht signifikant) Beitrag zum ganzen leistet. Soweit die wörtliche Definition. Nebenbei: Die Standardnormalverteilung wird auch Gauß-Verteilung genannt und mit der Gaußglocke dargestellt. Die Gaußglocke ist eine platonische Form – man kann sich ihr annähern, sie aber nicht erreichen. Die mathematische Definition lautet wie folgt:

$$f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}_{>0}, x \mapsto f(x) \quad f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{1}{2} \left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)^2\right)$$

Meistens wie folgt geschrieben: $X \sim N(\mu, \sigma^2)$

Jetzt wollen wir die vorhandenen Informationen von verschiedenen Seiten betrachten.

Wörtliche Definition

Da heisst es: "... (n) von unabhängigen aber gleichverteilten ...". Dies bringt zum Ausdruck, dass der eine Wert in der Zahlenreihe vom anderen unabhängig, als nicht beeinflusst, ist. Haben Sie das Gefühl, dass jede Rendite unabhängig von der anderen ist? An jedem Tag wird völlig von neuem begonnen? . Ich denke ich kann ohne Beweis hier die die Behauptung aufstellen, dass die Renditen von Aktien nicht völlig unabhängig sind. Somit wäre ein erster Anhaltspunkt gegeben, dass Aktienrenditen gar nicht normalverteilt sein können. Es heisst auch: "... jeder einzelne Erwartungswert nur einen unbedeutenden (...) Beitrag zum ganzen leistet." Schauen wir uns das anhand der oben gezeigten Statistik an. Leider sind die Renditen in Kategorien (0 bis 10, 10 bis 20 etc.) angegeben, was eine gewisse Ungenauigkeit mit sich bringt. Wenn wir von den insgesamt (inkl. 2008) 184 Jahren die 10 Jahre mit der höchsten Rendite weglassen (das sind nur 5.4 % von allen), dann reduziert sich die durchschnittliche Rendite (jeweils durchschnittliche Rendite, z. B. 0 bis 10 = 5, genommen, logarithmiert gerechnet und anschliessend in diskret zurückgerechnet) um gute 27 %. 5.4 % aller Jahre machen also 27 % der durchschnittlichen Rendite aus. Mit anderen Worten: Wenn Sie in 184 Jahren bei 10 nicht dabei sind, ist Ihre durchschnittliche Rendite um 27 % kleiner. Haben die einzelnen Werte keinen signifikanten Einfluss auf das Ganze? Obwohl dies nur eine Zahlenreihe ist, kann man festhalten, dass einzelne Werte durchaus einen (z. T. grossen) Einfluss auf das Gesamte haben. Dies haben auch schon unzählige andere Autoren vor mir mit viel mehr Zahlenreihen herausgefunden. Somit hätten wir ein zweites Merkmal, dass Aktienrenditen nicht normalverteilt sind.

Von normalverteilten Zahlenreihen lassen sich die folgenden (bewiesenen) Aussagen machen:

- 68.27 % aller Werte (Messungen) haben eine Abweichung von höchstens einer Standardabweichung (σ) zum Mittelwert;
- 95.45 % aller Werte (Messungen) haben eine Abweichung von höchstens zwei Standardabweichungen (σ) zum Mittelwert;
- 99.73 % aller Werte (Messungen) haben eine Abweichung von höchstens drei Standardabweichung (σ) zum Mittelwert;

Diese Eigenschaften lassen sich aber nicht umkehren. Wenn Sie eine Normalverteilung haben, dann wissen Sie, dass die Werte so verteilt sind. Wenn Sie aber irgendeine Zahlenreihe haben, bei der die obigen Eigenschaften zutreffen, heisst das noch lange nicht, dass die Zahlenreihe normalverteilt ist. Haben Sie eine Kugel, so können Sie sicher sein, dass diese auch rund ist (die runde Kugel ist als

Pleonasmus bekannt). Wenn Sie etwas Rundes haben, muss es aber noch lange keine Kugel sein (ein Kreis ist auch rund). Mit der Prüfung auf die drei obigen Eigenschaften lässt sich eine Normalverteilung nicht bestimmen. Ein solches Vorgehen hat mit Mathematik reichlich wenig zu tun - es gehört mehr der Willkür an. Dennoch wollen wir kurz anschauen, ob die Renditezeitreihe die Eigenschaft erfüllen würde oder nicht. Nebst der nackten Verteilung in diese drei Kategorien sagen diese auch noch etwas über die Wahrscheinlichkeit aus. Auf diese Eigenschaft stützt man sich wie bereits weiter oben angetönt beim Value at Risk ab. Dabei hat die Wahrscheinlichkeit die gleiche Grösse wie die Werte der Zahlenreihe. Da wir in unserer Statistik Jahresrenditen haben, ist die Wahrscheinlichkeit also in Jahren. Unter Anwendung der drei Eigenschaften können wir folgende Aussagen machen: In 100 Jahren darf eine Abweichung von:

- einem Sigma höchstens 31.73
- zwei Sigma höchstens 4.55
- drei Sigma höchstens 0.27

Mal vorkommen. Wenn wir die ersten 100 Jahre der Zahlenreihe nehmen (1825-1925), dann erhalten wir ein dreifaches positives Sigma von rund 55 und ein negatives von rund 43.5. In den ersten 100 Jahren haben wir aber gleich drei Werte im Bereich von drei Sigma auf der rechten Seite (1862, 1879, 1885)². Hätten wir eine Normalverteilung wäre es keines oder eines (0.27, je nach dem wo die 100 Jahre die wir genommen haben stehen würden). Extreme Werte kommen also in dieser Zahlenreihe viel zu oft vor, als es eine Normalverteilung erlauben würde (dies ist ein Hauptgrund dafür, weshalb Risikomanagement-Methoden auf der Basis der Normalverteilung der Realität nicht genügen, was die Praxis immer wieder zeigt).

Nachdem wir Aspekte angeschaut haben, die man z. T. diskutieren kann (sind 27 % Rendite signifikant?), wollen wir nun noch mathematisch prüfen, ob unsere Zahlenreihe aus der Statistik Normalverteilt ist oder nicht. Da die Normalverteilung gegen unendlich geht, kann sie in der Realität nicht exakt erreicht werden. Man kann ebenfalls mathematisch nicht 100 %ig feststellen, ob eine Zahlenreihe Normalverteilt ist oder nicht. Man muss dies testen. Zu diesem Zweck gibt es mehrere anerkannte Testverfahren. Jedes hat seine Stärken und Schwächen. Wir wollen daher unsere Zahlenreihe mit zwei unterschiedlichen Testverfahren auf Normalverteilung testen. Das erste Verfahren nennt sich Kolmogorov-Smirnov-Test (häufig einfach KS-Test) und das zweite Shapiro-Wilk-Test (benannt jeweils nach deren Entdecker). Der KS-Test hat folgende Definition:

Von einer Zufallsvariablen X liegen n Beobachtungen x_i ($i = 1, \dots, n$) vor. Von diesen Beobachtungen wird die relative Summenfunktion (Summenhäufigkeit, empirische Verteilungsfunktion) $S(x_i)$ ermittelt. Diese empirische Verteilung wird nun mit der entsprechenden hypothetischen Verteilung der Grundgesamtheit verglichen: Es wird der Wert der Wahrscheinlichkeitsverteilung an der Stelle x_i bestimmt: $F_0(x_i)$. Wenn X tatsächlich dieser Verteilung gehorcht, müssten die beobachtete Häufigkeit $S(x_i)$ und die erwartete Häufigkeit $F_0(x_i)$ in etwa gleich sein. (Quelle: Wikipedia)

Es wird also für jedes i die absolute Differenz

$$d_{oi} = |S(x_i) - F_0(x_i)|$$

und auch

$$d_{ui} = |S(x_{i-1}) - F_0(x_i)|$$

² Das Argument, dass es wegen der Kategorien zu ungenau ist und eigentlich keine in den Bereich drei Sigma fällt, ist nicht stichhaltig. Wäre dem nicht so, so würden diese sicher in den Bereich zwei Sigma fallen und entsprechend hätten wir in dieser Kategorie viel zu viel. Man kann es drehen wie man will.

berechnet. Es wird sodann die absolut grösste Differenz $d_{\max}$ aus allen Differenzen ermittelt. Wenn $d_{\max}$ also einen kritischen Wert d_α übersteigt, wird die Hypothese bei einem Signifikanzniveau α abgelehnt. Bis $n=40$ liegen die kritischen Werte tabelliert vor. Für grössere n werden sie näherungsweise mit Hilfe einer einfachen Formel bestimmt. Der Shapiro-Test hat folgenden Definition:

Der Shapiro-Wilk-Test prüft die Nullhypothese, dass eine Stichprobe $x_1, \dots, x_n$ aus einer normalverteilten Grundgesamtheit stammt. Die Prüfgrösse wird berechnet als

$$W = \frac{\left(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)}\right)^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

mit

- $x_{(i)}$ (durch Klammern eingeschlossener Index i) als dem i -ten Rangplatz, d.h. der i -kleinsten Zahl in der Stichprobe;
- $\bar{x} = (x_1 + \dots + x_n)/n$ als dem Mittelwert der Stichprobe;
- den Konstanten a_i , gegeben durch

$$(a_1, \dots, a_n) = \frac{m^\top V^{-1}}{(m^\top V^{-1} V^{-1} m)^{1/2}}$$

mit

$$m = (m_1, \dots, m_n)^\top$$

und $m_1, \dots, m_n$ als den Erwartungswerten der Rangplätze einer Standardzufallszahl, sowie V als der Kovarianzmatrix dieser Rangplätze. (Quelle: Wikipedia)

Wenn wir beide Tests für unsere Zahlenreihe der gegebenen Statistik durchführen³, wird schnell klar, dass die Zahlenreihe stark signifikant nicht Normalverteilt ist. Der KS-Test liefert als Resultat 42.127 (ist nicht einmal mehr auf der Tabelle und muss annähernd berechnet werden). Der Shapiro-Test liefert als Ergebnis 0.0005058. Eine Normalverteilung kann nur ab einem Wert von 0.05 oder grösser vorliegen (0.0005 ... ist also signifikant keine Normalverteilung).

³ Ich habe die Berechnungen mit der Software GNU R, <http://www.r-project.org/about.html>, durchgeführt

Zusammenfassung

Nicht alles, was in etwa wie eine Glocke aussieht wenn man es grafisch darstellt, ist normalverteilt. Die Eigenschaften von 1-3 Sigma-Abweichungen (66.27 %, 95.45 %, 99.73%) gelten nur sicher für normalverteilte Zahlenreihen. Der Umkehrschluss, dass Zahlenreihen welche diese Eigenschaften erfüllen entsprechend normalverteilt sind, ist nicht zulässig und stimmt häufig auch nicht.

Normalverteilungen liegen grundsätzlich nur bei unabhängigen Variablen vor und sind meist nur in physischen Bereichen anzutreffen. Die grössenabhängigen Wahrscheinlichkeiten gehören ebenfalls zur Normalverteilung. Mathematisch kann man nur durch Tests prüfen, ob eine Normalverteilung vorliegt oder nicht. Wir haben folgendes festgestellt:

- Aktienrenditen sind nicht unabhängig;
- Einzelne Werte haben einen signifikanten (27 %) Einfluss auf das Ganze⁴;
- Extreme Renditewerte kommen erheblich mehr vor (höhere Wahrscheinlichkeit), als dies für normal verteilte Daten zulässig wäre;
- Zwei unabhängige mathematische Testverfahren haben ergeben, dass die Zahlenreihe signifikant nicht normalverteilt ist.

Eigentlich hätte es genügt, wenn wir nur die mathematischen Testverfahren durchgeführt hätten, um zu beweisen, dass diese nicht normalverteilt sind. Mir war es aber wichtig aufzuzeigen, woher dies kommt. Und wie man auch ohne die aufwändigen Testverfahren Hinweise erhalten kann. Denn dies lässt sich auf alle Aktienrenditen anwenden. Auf Grund dieser Tatsache kann man verallgemeinern, dass Aktienrenditen nicht normalverteilt sind. Ein Beweis genügt nämlich, um dies zu widerlegen. Wir haben Jahresrenditen von 184 Jahren untersucht. Sie können erheblich mehr Daten auswerten und werden zu keinem anderen Schluss kommen⁵. Ganz im Gegenteil: Wenn Sie höher frequentierte Renditen untersuchen (z. B. Monats- oder Tagesrenditen), dann werden Sie feststellen, dass diese noch erheblich weniger normalverteilt sind als unsere untersuchte Zahlenreihe. Jetzt könnte man argumentieren, dass es einem ja genügt, wenn die Renditen die 1-3 Sigma-Abweichungs-Eigenschaften erfüllen - egal ob sie normalverteilt sind oder nicht. Mit dem könnte man ja schon einmal was anfangen. Könnte man. Dem ist aber Folgendes entgegen zu halten: 1. stimmen die Wahrscheinlichkeiten nicht. Man kann diese also nicht für das Risiko (z. B. den Value at Risk) verwenden (nur für die rückblickende oder geschätzte künftige Verteilung in die drei Klassen). 2. müsste man dies für jede verwendete Zahlenreihe beweisen, dass dies a) für die Vergangenheit stimmt und b) auch in Zukunft so sein wird. Gerade bei höher frequentierten Daten wird man aber feststellen, dass nicht einmal die 1-3 Sigma-Abweichungs-Eigenschaften erfüllt werden. Auch die Untersuchung von jeder verwendeten Zahlenreihe (Aktien, Markt etc.) dürfte doch sehr aufwändig sein. Solche Statistiken (vor allem in einer solchen Darstellung) sind sehr gefährlich. Sie suggerieren, dass man längerfristig nichts falsch machen kann mit Aktien. Dem ist aber bei Weitem nicht so. Es sind wiederum einzelne Zugpferde, die derartige Jahresrenditen über einen ganzen Markt generieren. Wenn Sie mit Aktien in einen Crash kommen, dann geht es mit angehender Wahrscheinlichkeit auch wieder (steil) Bergauf mit den Aktien - aber meisten nicht mit denen, die vorher am meisten gesunken sind. Damit Sie dies wieder wettmachen können, müssen Sie dann zum richtigen Zeitpunkt auf die richtigen Aktien setzen. Sonst hilft Ihnen eine solch schöne Statistik wenig. Was man aber auch sieht ist, dass mit einer sehr breiten Diversifikation (am besten in den Markt) sehr viel geholt

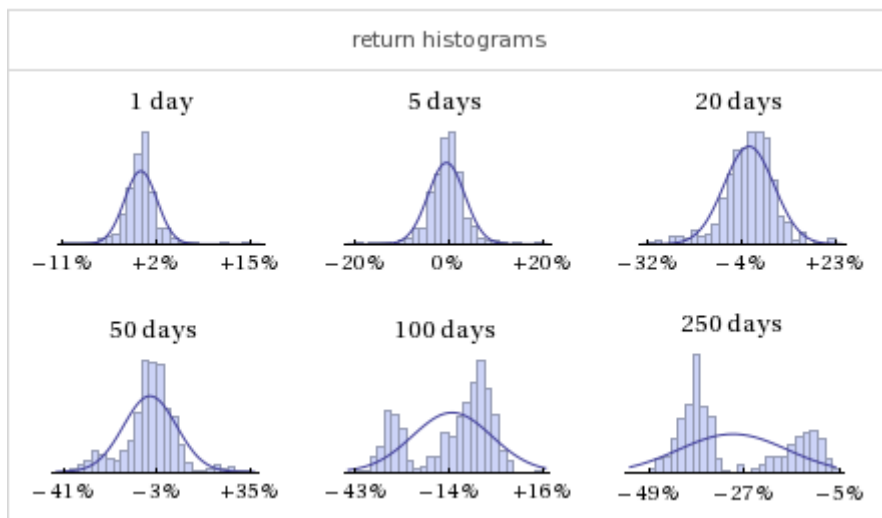
⁴ Beispiele kann man in historischen Zeitreihen fast beliebig ausfindig machen. Es werden auch immer wieder welche publiziert. Am 29.12.2008 schrieb bspw. SHAB: "Der S&P 500, ..., büsste wegen der Finanzkrise seit Jahresbeginn 40.6 Prozent ein. Schon ein heftiger Kursrutsch an einem der drei letzten Handelstage dieses Jahres könnte ausreichen, das 1931 erzielte Rekord-Minus von 47.1 Prozent zu übertreffen." Ein Tag von über 200 Handelstagen reicht also aus, einen grossen Index um weitere 7 % sinken zu lassen. Das sind dann immerhin 17.5 % vom gesamten Jahresrückgang an einem Tag

⁵ Nassim Taleb hat nach eigenen Angaben 2 Millionen Daten untersucht und ist zu keinem anderen Ergebnis gekommen

werden kann. Stichwort Diversifikation.

Schliesslich muss noch erwähnt werden, dass die Wahrscheinlichkeiten der Normalverteilung sehr sensibel reagieren. Beispielsweise ist die Wahrscheinlichkeit einer 4 Sigma-Abweichung doppelt so gross, wie die für 4.15 Sigma. Dies hat zur Folge, dass die verwendete historische Renditezeitreihe bspw. für den VaR eine enorm hohe Bedeutung hat. Eine nur kleine abweichende Standardabweichung auf Grund von etwas mehr oder weniger Daten hat einen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit (Z-Wert) und somit auf den VaR. Und genau die Frage nach der optimalen historischen Zeitreihe stellt man sich immer wieder und kann sie nicht beantworten.

Renditeverteilungen des S&P 500, Stand 22.05.2009



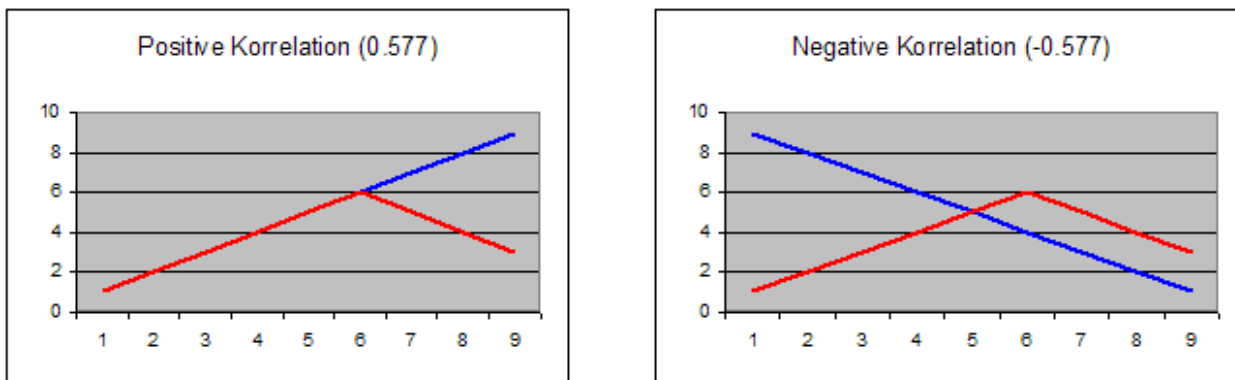
Quelle: WolframAlpha

Die obigen Diagramme der Renditen des S&P500 zeigen deutlich, dass diese Aktienrenditen alles andere als normalverteilt sind.

Anhang 6

Wie tauglich ist der Korrelationskoeffizient⁶ für die Diversifikation und somit für die Risikomessung eines Portfolios?

Die Korrelation ist in der Portfoliotheorie enorm wichtig. Mit zunehmender Anzahl an Titel verliert die Varianz der einzelnen Titel an Bedeutung und es kommt praktisch nur noch auf die Korrelationen an. Sie gehört somit zusammen mit dem Erwartungswert der Rendite zu den zwei wichtigsten Parameter in der Portfoliotheorie. Es ist also berechtigt zu hinterfragen, wie tauglich diese statistische Zahl ist. Die Korrelation sagt aus, wie stark bzw. ob zwei statistische Merkmale zusammenhängen. Die entsprechende Formel finden Sie im Kapitel zwei, bei den mathematischen Grundlagen. Da wir ein Portfolio breit diversifizieren wollen, sind wir vor allem an negativen Korrelationen interessiert. Wenn Aktie A steigt, sinkt Aktie B. Dies führt dazu, dass das Risiko minimiert wird. Es ist wichtig, dass man sich für die Beurteilung der Tauglichkeit vor Augen führt, dass die Zeit keine Rolle spielt. Entsprechend steigt das Risiko enorm, dass man die falsche Zeitspanne wählt, um den Korrelationskoeffizienten zu berechnen. Dies kommt mit der Eigenschaft zu Stande, dass die Korrelationen nicht fix sind - sie verändern sich. Dies kann markttechnische Gründe haben, aber auch betriebswirtschaftliche (neuer Geschäftszweig, bestehender wird verkauft, neue Marktpositionierung etc.). Dabei sind markttechnische meist kurzfristig und nicht dauerhaft. Betriebswirtschaftliche sind dagegen tendenziell längerfristig. Eine Firma wird bspw. nach dem Zukauf einer Firma mit einer neuen Branche in Verbindung gebracht und korreliert entsprechend neu positiv mit dieser. Der Grund der Korrelation oder Nickkorrelation ist auf Grund der historischen Daten nicht ersichtlich. Entsprechend kann auf Grund von historischen Daten auch nicht gesagt werden, wie sich die Korrelation in Zukunft entwickeln wird. Die nachfolgende Grafik veranschaulicht die beiden Aspekte Berücksichtigung Zeit und instabile Korrelation:



Auf Grund der Graphen: Welches Aktienpaar (links oder rechts) würden Sie wählen, wenn Sie eine gute Diversifikation wünschen? Und auf Grund des Korrelationskoeffizienten? Ja, Sie haben Recht - es kommt auf die Skalierung an. Was sind die 1-9? Jahre, Monate, Wochen, Tage etc. Dies zeigt klar auf, dass es von signifikanter Bedeutung ist, welche Dauer man für die Berechnung berücksichtigt. Würden wir nur das Intervall 6-9 berücksichtigen, dann sähe das Ergebnis ganz anders aus (links -1, rechts +1).

Der Korrelationskoeffizient arbeitet mit historischen Daten recht stabil, allerdings ohne die Zeit zu

⁶ Die Korrelation berechnet sich aus der Kovarianz und den Varianzen. Das Portfoliorisiko kann daher mit der Korrelation oder der Kovarianz berechnet werden. Die Aussagen in Bezug auf die Portfoliotheorie treffen auf beide Kennzahlen gleichermassen zu

berücksichtigen. Das Problem bei der praktischen Anwendung ist zum einen die Wahl der Zahlenreihe (wie weit zurück ist am besten) und zum anderen die Unsicherheit über die künftige Entwicklung. Bei der klassischen Umsetzung der Portfoliotheorie nach Markowitz wird das Risiko der künftigen Entwicklung im Kalkül gar nicht erst berücksichtigt. Es ist ein heuristisches Vorgehen, da einfach davon ausgegangen wird, dass es sich nicht verändern wird. Das Problem der zu verwendenden Zeitspanne wird in der Literatur zum Grossen Teil Totgeschwiegen. Die Musterzahlenreihen sind ohne Evaluationsangaben vorgegeben. Ich bin der Meinung, dass man das Risiko der Veränderung im Kalkül wenigstens berücksichtigen müsste (das Modell also so auslegen, dass man davon ausgeht, dass es ein Risiko gibt)⁷.

Ein weiteres Grosses Problem im Zusammenhang mit der nicht berücksichtigenden Zeit ist die Periodizität der Portfoliotheorie. Die Portfoliotheorie ist Periodenbezogen. Das heisst, es wird heute gestartet und auf eine Periode (z. B. Monat, Quartal, Jahr) berechnet. Der Korrelationskoeffizient beinhaltet aber keine Periode. Eine Korrelation von -0.5 heisst nicht, dass zwei Aktien bei jeder Bewegung mit einer Stärke von 0.5 gegenläufig verlaufen. Sie können auch gleich verlaufen, oder einmal weniger stark gegenläufig und dann wieder stärker (die -0.5 sind ein Schnitt der betrachteten historischen Zeitreihe). Somit kann auch bei an sich gleich bleibender Korrelation nicht sicher gesagt werden, wie gut das Portfolio für die nächste Periode diversifiziert ist.

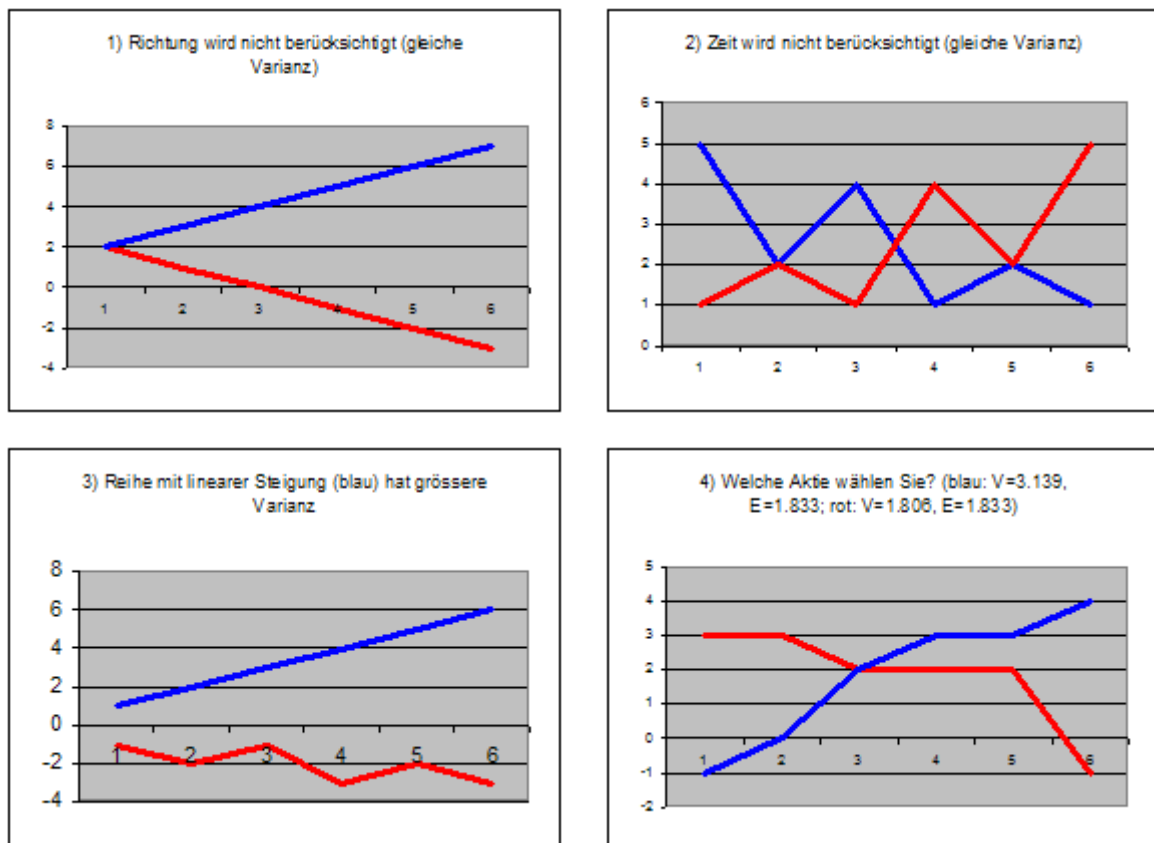
Zusammenfassend bin ich der Meinung, dass der Korrelationskoeffizient durchaus als Mittel zur Messung der Diversifikation tauglich sein kann, insbesondere mit dem Hintergrund, dass Schätzfehler im 2. Moment wesentlich weniger sensitiv sind. Man muss sich aber bei der Anwendung dessen Schwachstellen bewusst sein.

⁷ Muss aber eingestehen, dass ich dafür heute auch keine bessere Lösung habe

Anhang 7

Wie tauglich ist die Standardabweichung für die Messung eines Aktienrisikos?

Das Risiko von Aktien wird meist als Volatilität angegeben, was nichts anderes ist als die Standardabweichung. In den mathematischen Grundlagen habe ich beschrieben, dass die Varianz der Mittelwert der quadrierten Abweichungen der Einzelwerte eines statistischen Merkmals ist. Die Standardabweichung ist die Streuung der einzelnen Werte vom Mittelwert. Wir müssen uns nun vor Augen führen, was das bedeutet. Erstens berücksichtigt die Standardabweichung den zeitlichen Aspekt nicht. Daten vor hundert Jahren sind gleichbedeutend mit denen von gestern. Durch die Quadrierung verlieren wird das Vorzeichen und entsprechend gibt die Standardabweichung keine Auskunft über die Richtung. Irrtümlicherweise wird oft angenommen, dass die Volatilität die Schwankung der Aktien wiedergibt. Dies ist aber überhaupt nicht der Fall. Auch wenn eine Aktie nur in eine Richtung geht, also keine Schwankungen hat, hat sie eine Volatilität von grösser Null. Zum Schluss muss festgehalten werden, dass ein einzelner Ausreisser einen signifikanten Einfluss auf das Ergebnis haben kann. Dies kommt daher, dass der Varianz das Mittel zu Grunde liegt. Zusammenfassung: Die Standardabweichung berücksichtigt die Zeit nicht, berücksichtigt die Richtung nicht, gibt keine Auskunft über die Schwankung (Richtungsänderungen) und ist auch als Zahl des zweiten Moment nicht von Ausreissern gefeilt. Die nachfolgende Abbildung zeigt diese "Eigenschaften" auf. In den Charts 1 und 2 haben beide Zahlenreihen die gleiche Varianz. Im Chart 3 hat die Zahlenreihe die linear wächst eine massiv höhere Varianz (2.917), als jene die schwankt und im negativen Bereich liegt (0.667). Schlussendlich zeigt der Chart 4 eine mögliche Konstellation mit der Standardabweichung und dem Mittelwert als Erwartungswert. Die Aktie A (rot) hat eine Varianz 1.806 und einen Mittelwert (Erwartungswert) von 1.833. Die Aktie B (blau) hat ebenfalls einen Mittelwert von 1.833 aber ein deutlich höheres Risiko für diesen Mittelwert mit einer Varianz von 3.139. Welche Aktie würden Sie nach der Portfoliotheorie (kleinste Varianz für gleichen Erwartungswert) kaufen? Und welche, wenn Sie den Chart Nr. 4 anschauen?



Das im Chart 3 die blaue Zeitreihe das höhere Risiko hat kommt daher, dass bei der Varianz die Verteilung nicht berücksichtigt wird. Wenn man Kenntnis von einer linearen Steigung hat, könnte man den Erwartungswert weitaus besser berechnen.

Aktienkurse sind nicht symmetrisch. Das heisst, die Chance und die Gefahr müssen nicht gleich hoch sein. Dies kommt schon daher, dass der Gewinn (die Chance) theoretisch unendlich hoch ist, der Verlust (die Gefahr) aber nach unten Begrenzt (bei 100 %). Aber auch empirisch lässt sich nachweisen, dass diese beiden Komponenten nicht symmetrisch sind. Wenn man eine Zahlenreihe mit einer steilen Steigung hat (also eine Aktie, die immer nur gestiegen ist), so lässt sich aus dieser Zahlenreihe die Gefahr gar nicht ableiten - dazu fehlen schlicht die historischen Werte in der Zahlenreihe. Einfach zu sagen, dass wenn die Aktie 10 % gestiegen ist, dass denn auch die Gefahr zum sinken 10 % ist, wird spätestens dann absurd, wenn die Aktie um 101 % gestiegen ist. Die Standardabweichung suggeriert aber eine Kurssymetrie. Da die Standardabweichung das Risiko beschreibt, den Mittelwert zu verfehlen, würde sich eigentlich auch die Frage stellen, ob die Standardabweichung als Risikokennzahl verwendet werden kann, wenn man einen anderen Schätzer für den Erwartungswert als den Mittelwert verwendet⁸.

Zusammenfassung

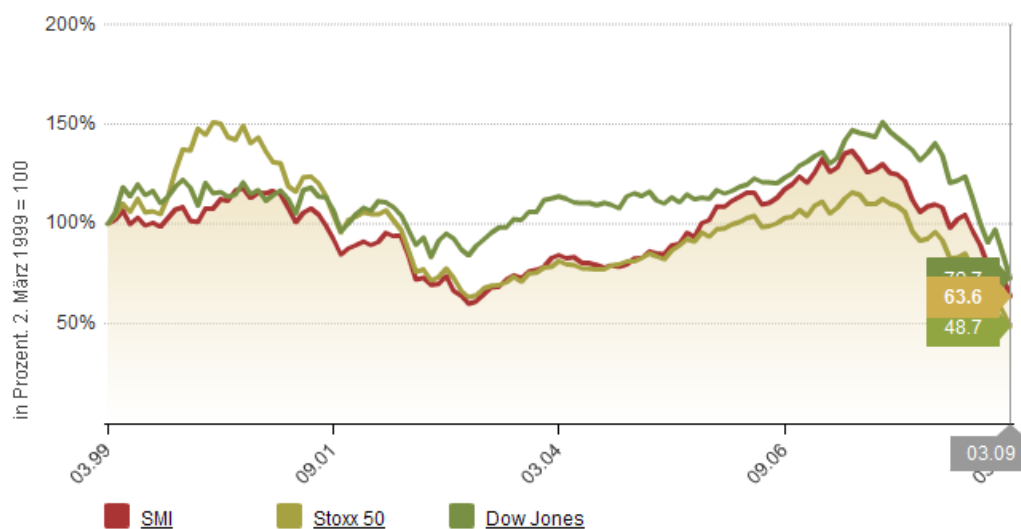
Da das Portfoliorisiko hauptsächlich durch die Korrelationen bestimmt wird, spielt die Varianz eine sehr untergeordnete Rolle. Daher vertrete ich heute die Meinung, dass man die Varianz für das Titelrisiko in der Portfoliotheorie verwenden kann, zumal es zum mindest nach meinem Kenntnisstand keine bessere Alternative gibt. Das Aktienrisiko aber nur mit der Varianz auszudrücken erachte ich als ungenügend.

⁸ Für meinen verwendeten Schätzer habe ich leider keine bessere Risikomasszahl

Anhang 8

Der Anlagehorizont und das zur Wurzel der Zeit zunehmende Risiko

Der Anlagehorizont ist von grosser Bedeutung. Je länger man Vermögenswerte anlegen kann, desto mehr Risiken kann man eingehen, da die Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit zur Wertbildung grösser ist, als bei einem kurzen Anlagehorizont. Ein kleines Beispiel veranschaulicht diese Sichtweise: Wenn Sie Vermögenswerte 10 Jahre anlegen und diese in dieser Zeit verdoppeln, so haben Sie bei einem Wertverlust von 50 % im 10. bzw. 11. Jahr im Vergleich zum Jahr 0 nichts verloren (ausgenommen Inflation, Spesen und Gebühren, Steuern etc.). Wenn Sie jetzt den Verlust von 50 % bereits im 1. Jahr erleiden, dann haben Sie die Hälfte des Vermögens verloren. Brauchen Sie jetzt das Geld (Anlagehorizont war 1 ein), dann ist der Verlust def. realisiert. Wenn Sie noch 9 weitere Jahre warten können, haben Sie zumindest gute Chancen, einen Grossteil oder gar alles des Verlustes wieder gut zu machen. Deshalb ist der Anlagehorizont so wichtig. Nicht unterschätzen darf man den Einfluss der letzten 10 Jahren auf die erwähnten empirischen Nachweise vom langen Anlagehorizont. Noch vor ein paar Jahre war die Mehrheit von Fachleuten der Meinung, und die Geschichte gab ihnen Recht, dass 10 Jahre ein im Sinne von Anlegen langer Horizont ist. Die letzten 10 Jahre waren allerdings negativ, wie die nachfolgende Grafik des Tagesanzeigers vom 03.03.2009 veranschaulicht (wir sprechen von Aktienmärkten):



Dow Jones am 02.03.1999: 100 %, am 02.03.2009: 48.7 % (Quelle: Tagesanzeiger.ch, 03.03.2009)

Zur Berechnung dieses Effekts wird das Risiko mit der Wurzel der Zeit multipliziert und so mathematisch genau dargestellt, dass das Risiko wesentlich langsamer wächst als der Ertrag, welcher sich proportional zur Zeit verhält. Die Formel dazu lautet wie folgt:

$$\sigma_{T-t} = \sqrt{\frac{T}{t}} * \sigma$$

Hat man ein Risiko von 20 % pro Jahr, so sind es für 10 Jahre 63.25:

$$\sigma_{T-t} = \sqrt{\frac{10}{1}} * 20$$

Doch woher nimmt man die Gewissheit, dass das Risiko so zur Wurzel zunimmt und nicht proportional? Die Antwort liegt einmal mehr in der Standardnormalverteilung. Aus deren Wahrscheinlichkeitsverteilung kann man eine solche Herleitung machen. Da Renditen von Aktien aber nicht normalverteilt sind, ist von solchen Berechnungen aber eher abzuraten. Sie suggerieren eine falsche Sicherheit. Nämlich die, dass man nur lange genug warten muss. Ich rate davon ab, diese Formel oder Erklärung einem Kunden Kund zu tun. Die Wichtigkeit des langen Anlagehorizontes bei Aktienanlagen kann besser erklärt werden. Eine mathematische Scheingenaugigkeit die es in der Realität nicht gibt, braucht es da nicht.

Anhang 9

Anleger-Risikoprofile von Banken unter der Lupe

Allgemeines

Etliche Banken vermischen die beiden Themen Risikobereitschaft und Risikofähigkeit. Diese beiden Themen werden häufig auf einem Formular "Risikoprofil" zusammengefasst. Die beiden Teile gehören selbstverständlich zusammen. Nur ist gerade der Teil der Risikofähigkeit sehr viel aufwändiger abzuklären als die Risikobereitschaft. Um die wirkliche Risikofähigkeit abklären zu können muss man in nicht weniger Fälle eine Finanzplanung oder mindestens eine Finanzplanungscheck (Kurzanalyse) gemacht werden. Der Kunde kennt die wesentlichen Informationen die man bräuchte häufig selber nicht. Entsprechend kann er dazu auch keine Frage dazu korrekt beantworten. Weiter will der Kunde auch nicht immer alles Notwendige offenlegen, wenn er einen Teil des Vermögens bei einer Bank anlegen oder gar durch diese verwalten will. Gerade in Zeiten wo die Kunden wieder vermehrt mehrere Banken bevorzugen kommt dieser Aspekt zum tragen. Wenn der Kunde dann hier bewusst falsche oder ungenaue Angaben macht, verfälscht dies das Bild der Risikobereitschaft, welche auch ohne die Daten der Risikobereitschaft hätte abgeklärt werden können. Die Bank ist nicht immer in der Lage, für jeden Kunden die Risikofähigkeit sauber abzuklären. Oft muss sich die Bank darauf verlassen, und das darf sie auch, dass wenn der Kunde CHF 200'000 zum anlegen bringt, dass er dieses Geld auch zum Anlegen mit Risiko zur Verfügung hat. Aus diesem Grund empfehle ich den Banken, diese beiden Teile, die wie Eingangs erwähnt in der Theorie und aus der Sicht des Ganzen zusammengehören, in der Praxis sep. zu behandeln und die Kunden zu unterteilen. In solche wo man nur die Bereitschaft abklären kann und solche, wo man auch die Fähigkeit umfassend abklären kann.

Fragen und deren Qualität

Bei vielen Banken muss der Kunde ähnliche und gleiche Fragen beantworten, aus denen die Bank dann die Risikobereitschaft ableitet. Nicht alle diese Fragen sind von gleicher Qualität. Dies zum einen deshalb, weil der Kunde diese gar nicht vernünftig beantworten kann und zum anderen weil man daraus nicht ohne Wertverlust auf die Risikobereitschaft im Bezug auf das investierte Kapital schliessen kann. Nachfolgen finden Sie ein paar Muster von solchen Fragen und meine Kritik bzw. Bemerkung dazu. Die Auflistung ist keineswegs vollständig.

Frage	Kritik / Bemerkung
Wie lange haben Sie Erfahrung mit ... ? (Aktien, Obligationen etc.)	Diese Frage ist nur dann sinnvoll, wenn die Bank die Antwort je nach Marktsituation anders gewichtet. Gibt ein Anleger bspw. heute 2 Jahre an, so sollten diese zwei Jahre anders gewichtet werden, als wenn er im Jahr 2007 2 Jahre angeben hätte. Den in den letzten 2 Jahren hat er bereits viel mehr ertragen müssen.
Wie viel Ihres Kapitals würden Sie in Anlagen mit folgenden Eigenschaften investieren ... ? Rendite 8 %, Risiko +25 % / -18 %, Rendite X % etc.	Ein Anleger kann sich unter einem Risiko in Prozent nichts vorstellen. Aus der Behavioral Finance wissen wir, dass sich ein durchschnittlicher Bürger etwas unter einem Monatslohn vorstellen kann, was ein Verlust für ihn bedeutet. Die Frage ist nützlich, wenn dem

	Kunden im Gespräch die Prozentzahlen in Relation zu seinem Vermögen gesetzt werden.
Wie oft verfolgen Sie die Entwicklung an den wichtigsten Finanzmärkten? täglich, wöchentlich, monatlich etc.	Diese Frage allein bzw. die Antwort darauf hat nur sehr bedingt Aussagekraft. Es kann eine gute Strategie sein, sich nur quartalsweise mit dem Stand der Dinge zu befassen, und die Schwankungen dazwischen nicht zu berücksichtigen. Es kann aber auch eine gute Strategie sein, sich laufend mit den Märkten zu befassen. Welche besser ist kann so nicht gesagt werden und es hängt sicher auch vom Anleger ab, welche Strategie besser zu seinem Verhalten passt. Auf jeden Fall kann man aus dieser Antwort nicht auf das Verhalten und die Risikobereitschaft schliessen. Es kann nicht gesagt werden, dass jemand der sich häufiger mit Finanzzahlen befasst, eine grössere Risikobereitschaft hat. Aus der Antwort kann man ggf. einen Anlegertyp ableiten und so auf geeignete Produkte schliessen. Aber für eine Einschätzung der Risikobereitschaft bin ich eher skeptisch.
Welche Rendite möchten Sie erzielen?	Diese Frage kann man ohne Relation zum Risiko gar nicht beantworten. Sie ist so wie sie da steht, nutzlos. Wenn schon müssten man das Risiko dazu nehmen. Z. B. Welche Rendite möchten Sie erzielen, wenn Sie ein Risiko von X eingehen müssten.
Was machen Sie bei einem Verlust von X %? (alles verkaufen, halten, dazu kaufen etc.)	Auch hier gilt: Unter Prozentzahlen kann sich der durchschnittliche Bürger nichts vorstellen. Man müsste den Verlust für ihn in Relation zu seinem monatlichen Einkommen setzen. Bspw: Sie verlieren in einem Jahr zwei ganze Monatslöhne (monatliche Einkommen o.ä.). Wie reagieren Sie? Steht die Frage nur so, muss der Kundenberater dem Kunden diese Reaktion aufzeigen.

Auswertung, Ergebnis und Interpretation

Viele Banken teilen auf Grund dieser Risikofragebögen die Kunden in 3 bis 6 Klassen ein. Jeder dieser Klasse ist mindestens die max. Aktienquote zugeteilt, bei etlichen Banken auch noch die Fremdwährungsquote. Diese Strukturierung hat eine grobe Granularität. Denn bei den Aktien gibt es grosse Unterschiede, was das Risiko betrifft. Je nach dem wie man die taktische Asset Allocation umsetzt, hat ein Anleger in der gleichen Klasse ein ganz anderes Portfoliorisiko, als ein anderer. Dies erschwert die Überwachung. Es kann sein, dass ein Portfolio mit einem Aktienanteil von 20 % das höhere Risiko hat, als eines mit 30 % Aktien. Hat man diese Umsetzung nicht im Griff, stimmen die Klassen nicht für jeden Anleger mit seinem Risikoprüf überein. Entgegenwirken kann man dem nur, wenn alle Anlagen

von allen Kunden mit einem Risikoprofil von der gleichen Stelle getätigt werden und niemand in der gleichen Klasse andere Aktien hat. Ich glaube nicht, dass viele Banken dies so stark unter Kontrolle haben. Ich empfehle den Banken deshalb, die Risikobereitschaft von Anlegern nicht nur in Klassen auszudrücken, welche wiederum nur mit einer groben strategischen Asset Allocation verknüpft sind. Die Wahrscheinlichkeit, dass durch die taktische Asset Allocation der wirklichen Risikobereitschaft nicht Rechnung getragen wird, ist zu gross und entsprechend auch die Beraterhaftung. Besser ist es, die Risikobereitschaft als Funktion und einer Obergrenze auszudrücken und zwar in einer Masseinheit, mit welcher auch bei den Wertschriften/Anlagen das Risiko gemessen wird. Dadurch lässt sich die Einhaltung des Risikoprofils wesentlich besser überwachen, auch wenn verschiedene Stellen, Divisionen etc. eine taktische Asset Allocation umsetzen. Zudem kann die Risikobereitschaft des Anlegers dadurch verlustfrei in die Welt der Anlagerisiken transferiert werden.

Mehrere verwendete Fragen in Risikoprofilen sind wohl für einen Kunden leicht verständlich und können rasch beantwortet werden. Deren Nutzen für eine Aussage zur Risikopräferenz muss aber mind. teilweise hinterfragt werden. Ich glaube, die eine oder andere von mir im Kapitel 4 vorgestellte Frage könnte ein Risikoprofil einer Bank bereichern.

Anhang 10

Voranalyse: Pflichtenheft

Im Prototyp werden längst nicht alle Kriterien aus diesem Pflichtenheft erfüllt!

Zielbestimmung

Musskriterien

Nachfolgende Kriterien/Funktionen oder Anforderungen muss die Software zwingend erfüllen, damit sie als genügend eingestuft werden kann:

- Die Software muss Daten im XML-Format für unterschiedliche Zwecke importieren können
- Im Zusammenhang mit der Portfolioberechnung notwendige Daten müssen in einem GUI vom Bankmitarbeiter gepflegt werden können
- Die Software muss zum einen ein optimales Portfolio berechnen können und zum anderen dieses mit einem anderen vergleichen können, so dass eine Handelsliste erstellt werden kann
- Die Software muss eine Handelsliste im XML-Format erstellen können
- Mit der Software muss ein Risikoprofil eines Anlegers ausgefüllt und berechnet werden können. Das ausgefüllte Profil muss ausgedruckt werden können.

SOLL-Kriterien

Nachfolgende Kriterien/Funktionen oder Anforderungen sind keine Killer für die Entscheidung, sollten aber angestrebt werden, wobei auch eine zeitliche Verzögerung in Kauf genommen wird (z. B. in einer späteren Version). Bei zu hohen Kosten kann auch darauf verzichtet werden:

- Bei der Berechnung der Portfolios müssen beide Ansätze gemischt verwendet werden können: Titelselektion mit Gleichgewichtung und optimale Gewichte aus Titelmenge
- Die Software muss bei der Titelselektion, bei beiden Ansätzen, Verkaufsrestriktionen für Anleger berücksichtigen.

Kann-Kriterien

Nachfolgende Kriterien/Funktionen oder Anforderungen würden den Wert und den Nutzen der Software erhöhen, sie sind aber nicht zwingend anzustreben, wenn diese zu teuer sind und/oder zu viele Ressourcen verbrauchen:

- Die Datenimports können genau geplant und so automatisiert werden
- Alle Einstellungen für die automatischen Jobs können einfach über ein GUI durch den Bankmitarbeiter gemacht werden

Abgrenzungskriterien

Nachfolgende Kriterien/Funktionen oder Anforderungen sollen bewusst nicht erreicht werden / vorhanden sein oder werden explizit nicht als erforderlich betrachtet:

- Die Software soll mit Ausnahme des Risikoprofils keinen Kundenoutput generieren, dies macht das Core-System
- Die Software muss keine Performance-Berechnungen machen

Produkteinsatz

Anwendungsbereiche

Die Software kommt voraussichtlich ausschliesslich im Portfoliomanagement zum Einsatz.

Zielgruppen

Die Software wird zuerst primär im Portfoliomanagement verwendet. Später soll Sie aber auch für gewisse Funktionen spezialisierten Kundenberatern zugänglich gemacht werden.

Betriebsbedingungen

Die Datenbank und der Server müssen sowohl auf einem Unix/Linux- wie auch auf einem Windows-Server laufen können. Der Client muss nur unter Windows laufen. Die Ports müssen frei definierbar sein.

Produktübersicht

Das Produkt sollte aus den drei Teilen Datenbank, Server und Client bestehen. Die ganzen Datenimports und Berechnungs-Jobs müssen auf einem Server ausführbar sein. Der Server braucht indes kein spezielles GUI.

Produktfunktionen

Die nachfolgend aufgeführten Funktionen muss das Produkt anbieten können.

Daten importieren

Folgende Daten müssen importiert werden können:

#	Quelle	Gruppe	Datenfeld
1	Coresystem	Kundenstamm	Kundennummer
2			Kundenbezeichnung
3			Nationalitäten
4			Rechtsform
5		Portfolio	Portfolionummer
6			Aktueller Vermögensstand Portfolio, für Reblancing
7			
8	Datenlieferant	Valorenhistorie	Valorennummer
9			Datum
10			Tagesschlusskurs
11		Indexhistorie	Valorennummer
12			Datum
13			Tagesschlussstand
14	Coresystem / Datenlieferant	Währungen	ISO-Code
15			Typ
16			Kurs ⁹

Ein Portfolio kann mit diesen Daten nur in CHF geführt werden. Andere Portfoliowährungen sind damit

⁹ Wir verwenden einen Mittelkurs für die Berechnungen

nicht möglich und zurzeit auch nicht notwendig.

Daten erfassen / pflegen

Portfoliostamm

- Initialisierungslauf (ja/nein)
- Investitionssumme (für Initialisierungslauf), nachher Wert aus Import
- Asset Allocation
- Maximalwert für Rebalancing (% , ab wann ein Rebalancing erfolgen muss)

Risikoprofil

- Gemäss sep. Konzept

Asset Klasse

- Klassenname

Valorenstamm

- Referenzindex für Renditeschätzung
- Asset Klasse-Zuteilung

Statistische Zahlen berechnen

Folgende statistische Zahlen müssen berechnet werden können:

#	Objekt	Statistische Zahl
1	Valor (Kurse / Stände)	Varianz
2	Valor (Kurse / Stände)	Standardabweichung
3	Valor (Kurse / Stände)	Kovarianz zwischen jedem Valorenpaar
4	Valor / Indexvalor	Beta zwischen allen Valoren und deren Referenzindex

Erwartungswert der Rendite mit Monte-Carlo-Simulation schätzen

Für jeden Valor soll der Erwartungswert der Rendite mit einer Monte-Carlo-Simulation unter Verwendung eines Wiener-Prozesses geschätzt werden. Dabei wird die Simulation mit dem jeweiligen Index durchgeführt und der einzelne Valor mittels CAPM berechnet.

Alle möglichen Portfoliozusammenstellungen nach Titelselektion pro Asset Allocation berechnen

Für jede Asset Allocation soll für jedes vorhandene Domizil/Nationalitäten-Land pro Titel-Anzahl jede mögliche Portfoliozusammensetzung bei Gleichgewichtung berechnet werden und von jedem dieser Portfolios der Erwartungswert und die Rendite. Die Aufteilung der Länder braucht es, um Verkaufrestriktionen berücksichtigen zu können.

Alle möglichen Gewichte aus einer Asset-Klasse berechnen

Für jede Asset Allocation soll für jede Gewichtungszusammensetzung pro Land Rendite und Ertrag berechnet werden. Die Gewichtserhöhungsschritte sollten eingestellt werden können.

Risikoprofil erfassen und Berechnen

Es muss ein Risikoprofil erfasst werden können. Damit ist gemeint, dass entsprechende Formularfelder auf einem Form zur Verfügung stehen, bei welchen man den Antworten des Kunden eintragen kann. Aus den vollständigen Eingaben soll dann die Risikopräferenz des Anlegers automatisch berechnet werden. Das ausgefüllte Formular inkl. Berechnungsergebnis soll ausgedruckt werden können.

Optimales Portfolio für Anleger ermitteln

Auf Grund der Risikopräferenz des Kunden und den zugeteilten Asset Klassen inkl. Typ der Verwendung soll ein optimales Portfolio zusammengestellt werden. Pro Asset-Klasse steht nur ein definiertes Vermögen zur Verfügung. Da sich Aktien nicht teilen lassen, kann meist das Vermögen nicht 1:1 investiert werden. Damit das Vermögen mit ggf. kleinem Überschuss aufgeht, soll die jeweils Risikoreichste Anlage so lange reduziert werden, bis es passt. Reicht diese nicht, die mit dem zweithöchsten Risiko etc. Für jeden Anleger gibt es nebst der reinen Risikopräferenz auch einen Risikohöchstwert. Dieser darf nicht überschritten werden und muss damit bei der Grundmenge der zur Verfügung stehenden Portfolios berücksichtigt werden.

Handelsliste berechnen und exportieren

Um die Differenz vom aktuellen Portfolio zum neu berechneten Portfolio auszugleichen, soll es eine Handelsliste geben.

Produktdaten

Nachfolgende Informationen / Objekte sollen aus fachlicher Sicht (Benutzer) langfristig aufbewahrt werden:

- Zeitreihen der Index- und Wertschriften-Daten

Produktleistungen

Unter diesem Punkt werden Anforderungen an die Software bezüglich deren zeitlichen Leistung (Performance) formuliert.

- Als KPI¹⁰ gilt, dass die Berechnung von 10 Kundenportfolios vom auf Monatsbasis vom Zeitpunkt des Datenimports bis zur Handelsliste unter 15 Minuten läuft.

Qualitätsanforderungen

Die Qualitätsanforderungen werden anhand von Qualitätsmerkmalen beschrieben. Diese werden hier mit dem Goal Question Metric (GQM) - Modell erarbeitet:

Merkmal	Goal	Question	Metric
QM1	Die Software soll performant sein	Wie lange dauert die Berechnung gemäss KPI	Messung von Berechnungsläufen
QM2	Die Software soll möglichst ohne Fehler sein	Wie viele Fehler hat die Software?	Anzahl Fehlermeldungen der

¹⁰ Key Performance Indicator

			Bank pro Jahr die zu einer Softwarekorrektur führen
QM3	Die Software soll benutzerfreundlich sein	Wie viele Benutzeranfragen und Handlingfehler gibt es?	Anzahl Meldungen die auf falsche Benutzung oder Unkenntnis der Nutzung zurückzuführen sind

Die Qualitätslevels werden wie folgt festgelegt:

Merkmal	Metric-Höchstwert
QM1	20 Minuten
QM2	5
QM3	8

Benutzeroberfläche (GUI)

Grundlegende Anforderungen

Das GUI der Software soll wenn immer möglich Standardkomponenten enthalten, welche in gängiger Software ebenfalls vorhanden und dem Benutzer vertraut sind. Das GUI soll eine klare Struktur aufweisen und logisch aufgebaut sein. Jede für das Auge versteckte Funktion (rechte Maustaste, Tastenkombinationen etc.) muss auch über eine sichtbare Variante erreichbar sein (z. B. über ein normales Menü). Wenn immer möglich soll es nur eine Hauptmenüstruktur geben. Anderswo platzierte Menüstrukturen sollen wenn möglich vermieden werden. Wo sinnvoll sind Funktionen mit Icons zu besetzen. Bei Funktionen welche nur ein Icon haben, muss es zwingend einen Tooltip-Text haben, welcher die Funktion kurz beschreibt/bezeichnet.

Die Oberfläche (GUI) muss primär in deutscher Sprache zur Verfügung stehen. Es soll aber auch die Möglichkeit vorhanden sein, das GUI in andere Sprachen zu übersetzen und so mehrsprachig zu benutzen.

Zugriffsberechtigungen

Der Zugriff auf die Software soll eingeschränkt sein. Die Anmeldung soll mit einen Single-Sign-On realisiert werden, Berechtigungen sollen im AD verwaltet und mittels LDAP von der Software verwendet werden.¹¹

Nichtfunktionale Anforderungen

Mit dieser Software werden nicht direkt gesetzliche oder regulatorische Anforderungen erfüllt. Der Lead (Nachvollziehbarkeit, Reporting, Archivierung etc.) hat nach wie vor das Core-System.

Technische Produktumgebung

Software

- Die Software muss auf einem Unix/Linux- oder Windows-System laufen

¹¹ Die Security wird vorzugsweise mit dem Aspekt orientierten Programmierparadigma umgesetzt

- Wenn immer möglich sollte die Anwendung ohne installierte Runtime laufen

Hardware

Folgende minimale Hardware auf den Clients ist notwendig:

- RAM: mind. 1024 MB

Orgware

- Keine spezielle

Produktschnittstellen

Es gibt zwei grundlegende Schnittstellen:

- Die XML-Schnittstelle vom Core-System bzw. dem Reporting-System für die Importierung von Kunde-, Portfolio-, Index- und Valorenstammdaten
- XML-Schnittstelle für Kurs- bzw. Standbewegungen von Datenlieferanten

Spezielle Anforderungen an die Entwicklungsumgebung

Software

Es müssen zwei-drei Datensätze von allen Stammdaten sowie einige Kurshistorien zur Verfügung stehen.

Hardware

Keine speziellen.

Orgware

Keine speziellen.

Entwicklungsschnittstellen

Eine spezielle Entwicklungsschnittstelle ist nicht notwendig.

Gliederung in Teilprodukte

Das Produkt soll aus den drei Teilen Datenbank, Server und Client bestehen. Weiter können für bestimmte Zwecke auch weitere (Dritt-) Produkte eingesetzt werden, z. B. für die Reportingvorlagen zu pflegen.

Für das Produkt braucht es weiter die folgenden Dokumentationen (Org-Ware vom Produkt selber):

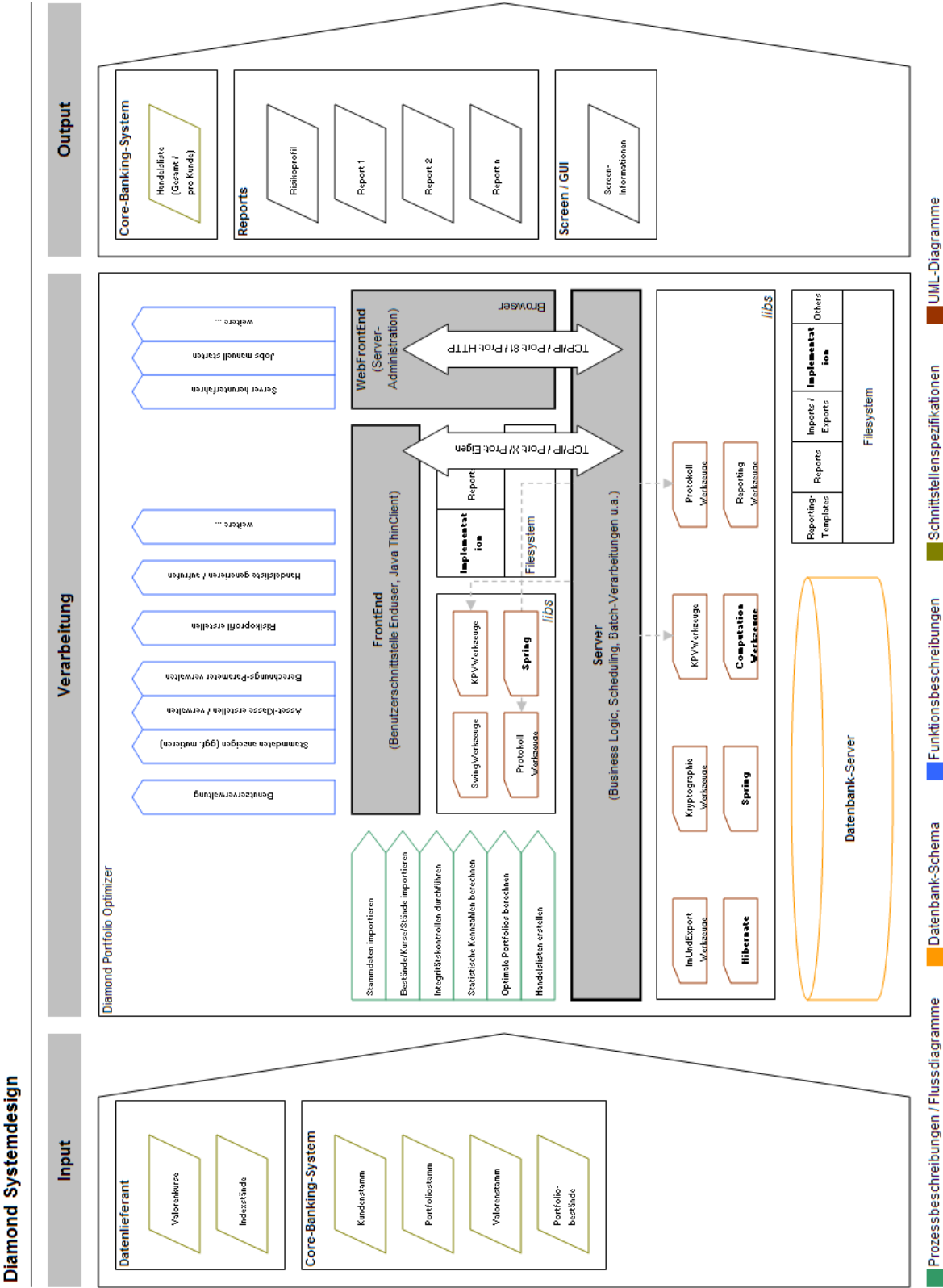
- Installationshandbuch
- Betriebs- und Benutzerhandbuch

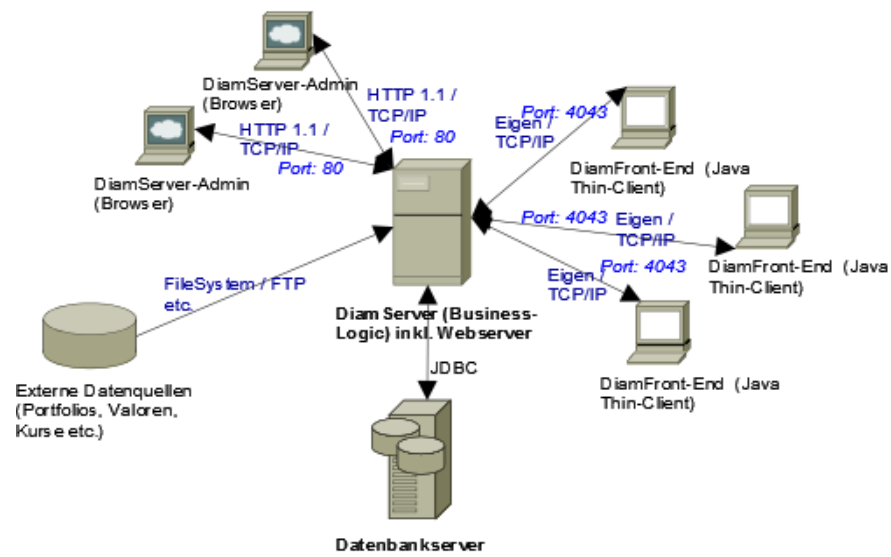
Ergänzungen

Zurzeit gibt es keine Ergänzungen.

Anhang 11

System-Design





Anhang 12

Verwendete Softwarekomponenten

Folgende Haupt-Softwarekomponenten wurden für den Prototypen verwendet¹²:

- Spring-Framework, <http://www.springsource.org/> -> Dependency Injection
- Hibernate, <https://www.hibernate.org/> -> OR-Mapper
- Apache Commons (insb. Math), <http://commons.apache.org/> -> div. Klassen
- JavaDB (Derby), <http://developers.sun.com/javadb/> -> Datenbank
- JDOM, <http://jdom.org/> -> XML-Util
- Swing4Spring, Ronny Fuchs (info@asderix.com) -> Swing-Klassen für Spring

¹² Die vollständige „Liste“ finden Sie im lib-Verzeichnis von DiamServer bzw. DiamClient

Anhang 13

Datenquellen

Als Musterset und für diverse Berechnungen haben ich die Tagesschlusskurse der folgenden Aktien vom 01.01.2000 bis 16.12.2008 verwendet (es gibt nicht alle diese Titel seit dem 01.01.2000):

Kurzname	ISIN	Symbol
ABB LTD N	CH0012221716	ABBN
ACTELION N	CH0010532478	ATLN
ADECCO N	CH0012138605	ADEN
ADIDAS AG	DE0005003404	ADS
AIG N	CH0009153310	APEN
ASCOM N 10	CH0011339204	ASCN
BARRY CALLEBAUT N	CH0009002962	BARN
BASF	DE0005151005	AN
BAYER	DE0005752000	BAY
BKW FMB ENERGIE N	CH0021607004	BKWN
BOEING	US0970231058	BA
BP	GB0007980591	BPAM
CANON N	CH0002233275	CANN
CIBA N	CH0005819724	CIBN
CLARIANT N	CH0012142631	CLN
COCA COLA	US1912161007	KO
CREALOGIX N	CH0011115703	CLXN
CS GROUP N	CH0012138530	CSGN
DAIMLER N	DE0007100000	DAI
DANONE GRP	FR0000120644	DAN
DELL INC	US24702R1014	DELL
DEUTSCHE TELEKOM AG	DE0005557508	DTE
E.ON AG N	DE000ENAG999	EOA
ESMERTEC N	CH0019624805	ESMN
FEINTOOL N	CH0009320091	FTON
FISCHER N	CH0001752309	FI-N
FLUGHAFEN ZUERICH N	CH0010567961	UZAN
FORBO N	CH0003541510	FORN
FORTIS	BE0003801181	FOR
FUJITSU CT-CH	CH0007618389	FUJ
GIVAUDAN N	CH0010645932	GIVN
GOODYEAR	US3825501014	GT
HOLCIM N	CH0012214059	HOLN
IBM	US4592001014	IBM
IMPLENIA N	CH0023868554	IMPN
JELMOLI N	CH0000668472	JELN
KUEHNE&NAGEL INT N	CH0025238863	KNIN
KUONI N	CH0003504856	KUNN
LOGITECH N	CH0025751329	LOGN
LONZA N	CH0013841017	LONN
MICRONAS N	CH0012337421	MASN
MIKRON N	CH0003390066	MIKN
NESTLE N	CH0038863350	NESN
NOBEL BIO CARE N	CH0037851646	NOBN
NOVARTIS N	CH0012005267	NOVN
O FUESSLI N	CH0003420806	OFN
OC OERLIKON N	CH0000816824	OERL
PANALPINA N	CH0002168083	PWTN
PETROPLUS N	CH0027752242	PPHN
PFIZER	US7170811035	PFE
RICHEMONT	CH0045039655	CFR
RIETER N	CH0003671440	RIEN
ROTHSCHILD I	CH0001347498	RLD
SAP AG	DE0007164600	SAP
SCHINDLER N	CH0024638212	SCHN
SGS N	CH0002497458	SGSN
SIEMENS N	DE0007236101	SIN
SULZER N	CH0038388911	SUN
SWATCH GROUP N	CH0012255144	UHRN
SWISS RE N	CH0012332372	RUKN
SWISSCOM N	CH0008742519	SCMN
SWISSMETAL I	CH0002572268	SMET
SWISSQUOTE N	CH0010675863	SON
SYNGENTA N	CH0011037469	SYNN
TAMEDIA N	CH0011178255	TAMN
THYSSENKRUPP	DE0007500001	TKA
UBS N	CH0024899483	UBSN
VALORA N	CH0002088976	VALN
VW	DE0007664005	VW
WINTERTHUR TECH N	CH0021892606	WTGN
XSTRATA	GB0031411001	XTAN
YPSOMED HLDG	CH0019396990	YPSN
ZURICH FINANCIAL N	CH0011075394	ZURN

Als Index habe ich den SMI für die gleiche Zeitspanne verwendet (Vergleich zu SMI wäre natürlich nicht für jede dieser Aktien sinnvoll).

Datenlieferant: Interactive Data Corporation (<http://www.interactivedata-ms.de/>)

Anhang 14

Installations- und Betriebshandbuch

Einleitung

Dies ist nur eine kleine Installations- und Betriebsanleitung. Durch die konsequente Nutzung von Spring, selbst für die grafischen Benutzeroberflächen, ist die Software äusserst parametrierbar. Die Benutzeroberfläche kann ohne Programmierung umgebaut werden, da sie vollkommen mit XML definiert wurde. Aber auch die Geschäftslogik kann sehr weitgehend geändert werden. Die Nutzung all dieser Möglichkeiten setzt Kenntnisse von Spring voraus, welche hier nicht beschrieben werden. Die meisten Einstellungsmöglichkeiten wurden nicht grafisch zur Verfügung gestellt. Es wird nur eine Distribution für Windows zur Verfügung gestellt.

Installation und 1. Start

Ab CD-ROM

Wenn Sie die Software auf einer CD-ROM haben, dann öffnen Sie die Datei „install.exe“ im App-Verzeichnis. Geben Sie im Dialog den entsprechenden Speicherpfad an und klicken Sie auf OK. Beachten Sie, dass Sie auf dem Verzeichnis dauerhaft Schreibrechte besitzen müssen. Nachdem die Software in das angegebene Verzeichnis kopiert wurde, können Sie dieses im Explorer öffnen. Öffnen Sie nun die Datei „diamServer.exe“. Nach einem erfolgreichen Start sehen Sie nun die Internetseite der Serveradministration. Jetzt können Sie den Client über „diamClient.exe“ starten.

Ab USB-Stick

Falls die Software auf einem USB-Stick erhalten haben, brauchen Sie keine Installation durchzuführen. Die Software kann direkt ab Stick gestartet werden. Wechseln Sie dazu in App-Verzeichnis. Öffnen Sie nun die Datei „diamServer.exe“. Nach einem erfolgreichen Start sehen Sie nun die Internetseite der Serveradministration. Jetzt können Sie den Client über „diamClient.exe“ starten.

Fehler und weitergehenden Einstellungen

Falls die Software nicht ordentlich startet, führen Sie die folgenden Schritte durch:

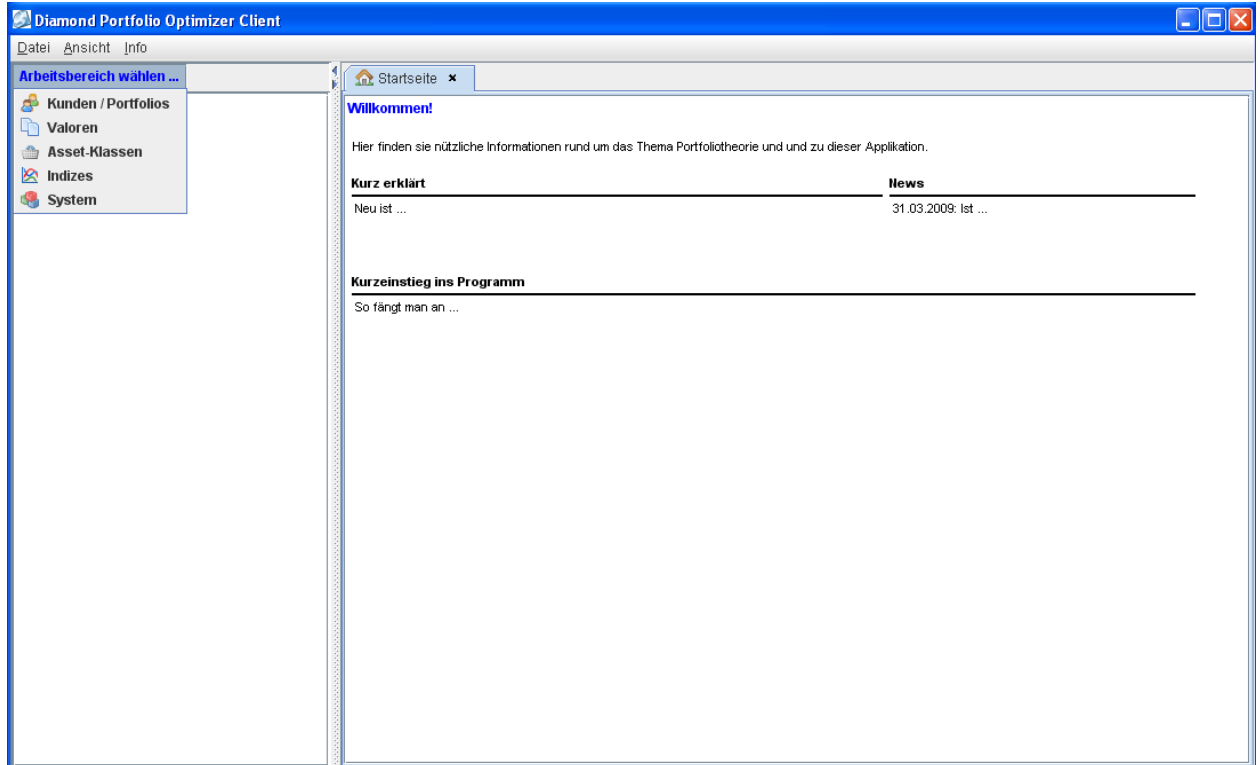
- Prüfen Sie, ob Ihre Firewall die Software gestoppt hat
- Prüfen Sie, ob die verwendeten Ports (8081 und 9081) zulässig sind und passen Sie diese ggf. in der Datei „main.properties“ an. Diese finden Sie unter diamServer/config bzw. diamClient/config
- Prüfen Sie, ob Sie auf dem entsprechenden Laufwerk Schreibrechte besitzen

Falls Sie den Fehler nicht finden können, wenden Sie sich an Ronny Fuchs (info@asderix.com).

1. Schritte

Nachdem Sie die Software (Server und Client) erfolgreich gestartet haben, können Sie die Software etwas austesten.

Das Client-GUI im Überblick

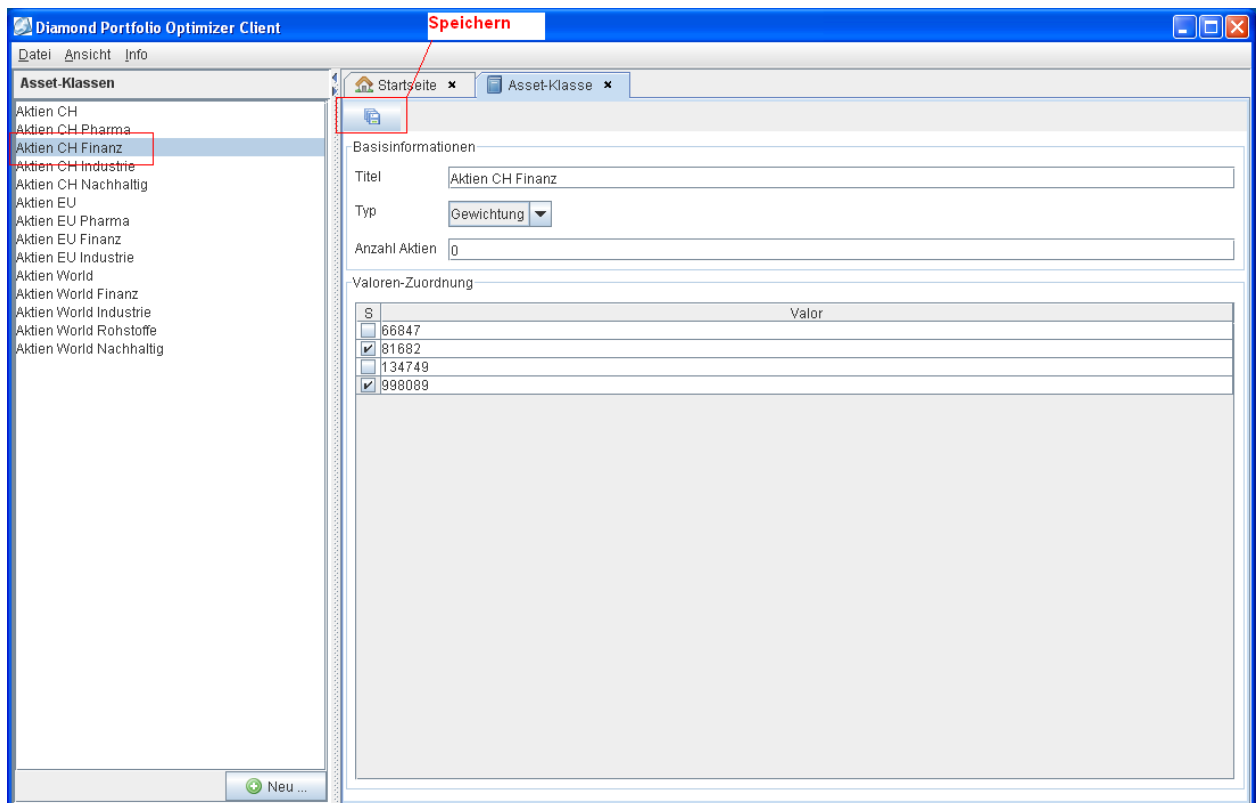


Das GUI ist in zwei Hauptteile aufgeteilt. Auf der linken Seite befinden sich unter „Arbeitsbereich wählen ...“ die Subsysteme. Jedes Subsystem hat seine eigene Menü- bzw. Navigationsstruktur. Diese wird einheitlich für jedes Subsystem im linken Bereich angezeigt. Auf der rechten Seite befindet sich das TabPane. Sämtliche Masken werden als Tab angezeigt. Diese Tabs verfügen über ein Icon zur optischen Wiedererkennung und können individuell geschlossen werden.

Eine Asset-Klasse bearbeiten

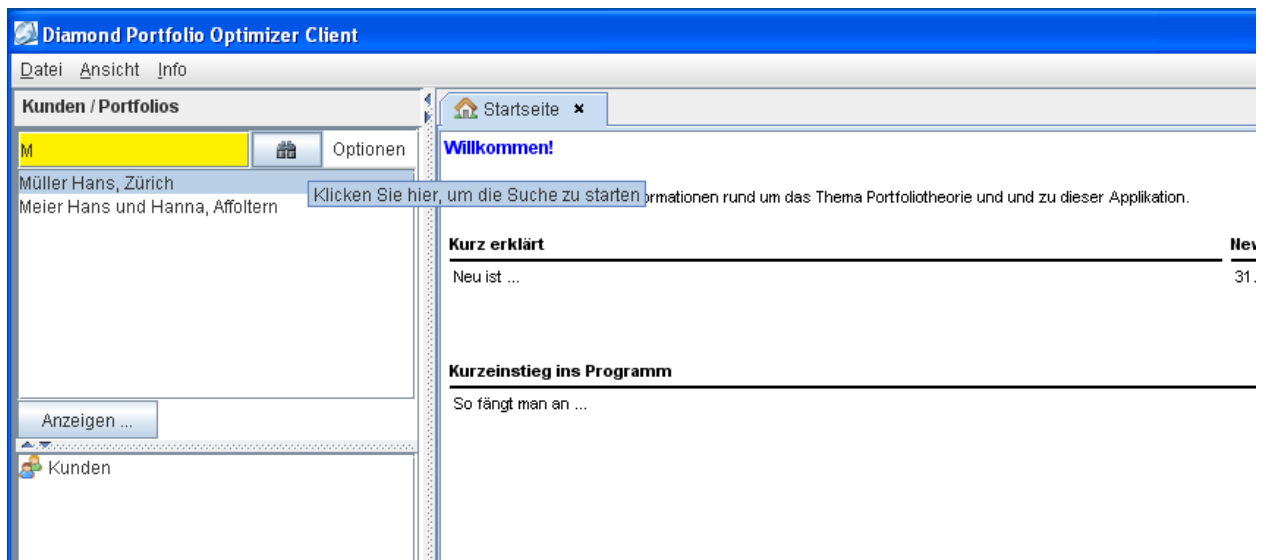
Im Prototyp können keine neuen Assetklassen eröffnet oder bestehende gelöscht werden. Dies wurde nicht implementiert. Um eine bestehende zu bearbeiten, gehen Sie wie folgt vor:

- (1) Wählen Sie den Arbeitsbereich „Asset-Klassen“
- (2) Doppelklicken Sie auf die gewünschte Asset-Klasse
- (3) Nun können Sie diesem im Tab mutieren
- (4) Zum speichern klicken Sie oben links im Tab auf den Speichern-Button



Einen Kundenstamm suchen

Um einen Kunden zu öffnen, wählen Sie den Arbeitsbereich „Kunden / Portfolios“. Tippen Sie im Suchfeld den Namen des Kunden ein¹³. Sie können auch nur die Anfangsbuchstaben eintippen. Anschliessend werden Ihnen alle vorhandenen Kunden angezeigt, welche mit der Suchanfrage übereinstimmen:



Einen Berechnungslauf starten

Die Berechnungsläufe können über das Webinterface gestartet werden. Eine Handelsliste kann nicht erzeugt werden, diese Funktion wurde nicht implementiert.

¹³ Weitere Suchkriterien wie Kundennummer, Wohnort etc. sind nicht implementiert



Tipps und Tricks

Zurzeit gibt es nur wenige einfache Funktion in dieser Server-Administration. Tipps und Tricks sind daher nicht notwendig.

Funktionen

- [\(1\) Kurse importieren](#)
- [\(2\) Indexstände importieren](#)
- [\(3\) log-Renditen berechnen](#)
- [\(4\) Basis-Berechnungen durchführen](#)
- [\(5\) Betas berechnen](#)
- [\(6\) Kurse und Renditen schätzen \(MC-Simulation\)](#)
- [\(7\) Optimale Portfolios berechnen](#)
- [Server herunterfahren](#)

Willkommen bei der Server-Administration!

Das ist das Server-Administrations-Interface vom Diamond Portfolio Optimizier Server. Es soll nur eine Demonstration sein - die Administration hat daher nur wenige Funktionen. Würde die Software produktiv genutzt, kämen hier natürlich zahlreiche weitere Funktionen dazu. Beispiele sind: Automatische Jobs verwalten, Benutzerverwaltung, Einstellungen mutieren etc.

Aktuelle Version: 1.0

Anhang 15

Über den Autor

Ronny Fuchs (Jahrgang 1983) arbeitet als Projektcontroller und Leiter Compliance für die Esprit-Banken. In der Funktion als Projektcontroller ist er für das strategische Projektmanagement und die Projektkontrolle zuständig. Weiter ist er auch selber als Projektleiter tätig. Der weitaus grösste Teil der Projekte sind Softwareimplementationen und Softwareentwicklungen. Als Leiter Compliance erbringt er für die Esprit-Banken Compliance-Dienstleistungen und Beratungen u.a. in den Bereichen Informationsbeschaffung, Geldwäscherei/WSB, Vertrags- und Aufsichtsrecht und Risikomanagement, insb. für operationelle Risiken und für BCM bzw BCP. Weiter ist er als wissenschaftlicher Beirat der Eurospider Information Technology AG für Compliance-Software tätig. Ronny Fuchs ist verheiratet und Vater zweier Kinder. Er wohnt mit seiner Familie in der Nähe von Solothurn.



Esprit-Banken

Die Esprit-Banken haben sich zum Zweck des gemeinsamen Betriebs der Informatik sowie die zentrale Beschaffung und den Unterhalt von Gütern und Dienstleistungen für den allgemeinen Nutzen als einfache Gesellschaft zusammengeschlossen. Weiter besitzen diese Banken die Esprit Netzwerk AG, über welche die meisten Verträgen mit Dritten abgeschlossen werden. Die Institute sind rechtlich selbständig. Personen welche dauerhaft für die Esprit-Banken arbeiten, sind arbeitsrechtlich bei der Regiobank Solothurn AG angestellt.

<http://www.esprit-netzwerk.ch/>

Anhang 16

Glossar

In diesem Glossar werden vorwiegend IT-Begriffe kurz behandelt, welche in der Arbeit nicht näher beschrieben wurden.

Begriff	Erklärung / Bedeutung
AD	Active Directory. Ist ein Verzeichnisdienst von Microsoft Server 2000/2003. Ab 2008 wird er Active Directory Domain Services, ADDS, genannt.
Aspekt-orientierte Programmierung (AOP)	AOP ist ein Programmierparadigma, bei welchem verschiedene logische Aspekte einer Anwendung getrennt voneinander entwickelt werden. Für die technische Umsetzung braucht es entsprechende Hilfstool. Hier bietet Spring gute Unterstützung.
Client	Ist ein Programm, welches von einem anderen (Server) abhängig ist.
Collections	Collections sind ein Konzept in der Programmierung, mit welchem man Gruppen von Objekten zusammenfassen und verwalten kann.
Coresystem	Als Coresystem bezeichnet man das applikatorische (fachliche) Hauptsystem einer Unternehmung.
FINMA	Eidg. Finanzmarktaufsicht
GUI	Graphical User Interface, grafische Benutzeroberfläche.
HERMES	HERMES ist eine Projektführungsmethode der Schweiz. Bundesverwaltung und für jedermann frei zugänglich (http://www.hermes.admin.ch). Es gibt sie in zwei groben Richtungen: Eine für die Systementwicklung und eine für die Systemadaption.
LDAP (Lightweight Directory Access Protocol)	LDAP ist ein Protokoll, mit welchem man auf Verzeichnisdienste, z. B. AD, zugreifen kann.
Linux	Linux ist ein freies Multiplattform-Mehrbenutzer-Betriebssystem. Es basiert auf GNU und hat als Kernel den Linux-Kernel (daher auch der Name). Durch die Nachbildung von Unix durch GNU, ist Linux Unix-ähnlich. Linux ist Open-Source und in vielen Distributionen frei verfügbar.
OR	Schweiz. Obligationenrecht
Orgware	Orgware gehört weder zur Hardware noch zur Software, ist aber dennoch häufig notwendig für den Betrieb. Typische Beispiele sind: Konzepte und Benutzerhandbücher.
Persistenz	Als Persistenz bezeichnet man in der Softwareentwicklung das dauerhafte Speichern von Objekten bzw. deren Attribute
POJO	Steht für Plain Old Java Object und bezeichnet ein unabhängige normale Java-Klasse bzw. deren Objekt
SBVg	Schweiz. Bankiervereinigung
Server	Ist ein Programm, welches anderen (Clients) Dienstleistungen zur Verfügung stellt.
Singleton-Object	Als Singleton-Object bezeichnet man Objekte, welche es in der ganzen Applikation nur einmal gibt und die theoretisch überall zur Verfügung stehen. Spring unterstützt dieses Paradigma sehr stark.

Spring, Spring-Framework	Spring ist ein Java-Framework. Ziel von Spring ist es, die Entwicklung mit Java/Java EE zu vereinfachen und gute Programmierpraktiken zu fördern. Dazu werden sehr viele Hilfsmittel zur Verfügung gestellt. Spring ist Open-Source und frei verfügbar.
Transient	Als transient bezeichnet man in Hibernate ein Objekt, welches nicht an eine Session gebunden ist.
Unix	Unix ist ein Mehrbenutzer-Betriebssystem, welches in den 70er-Jahren von den Bell Laboratories entwickelt wurde. Es hat eine proprietäre Lizenz und ist daher nicht frei.
Windows	Windows ist ein Markenname für verschiedene Betriebssysteme von Microsoft. Diese haben alle eine proprietäre Lizenz und sind daher nicht frei.
XML (Extensible Markup Language)	XML ist eine Auszeichnungssprache für hierarchisch strukturierte Daten. Der grosse Vorteil von XML liegt darin, dass sowohl Mensch wie auch Maschine in der Lage sind, diese Textdateien zu lesen. Für User gibt es spezielle Software, welche diese Dateien grafisch etwas besser darstellen.

Informationen zu den formellen Aspekten

Aspekt	Vorgaben gem. Reglement	Umsetzung in dieser Arbeit
Seitenformat	A4	A4
Schriftart	Arial oder Helvetia	Arial
Schriftgrösse Fliesstext	10-12pt	10pt
Zeilenabstand	1.3-1.5	1.3
Ränder	Oben: 2.0-2.5cm Unten: 2.0-2.5cm Links: mind. 3.0cm Rechts: mind. 1.5cm	2.3cm 2.0cm 3.0cm 1.5cm
Umfang	40-60 Seiten, inklusive Titelblatt und Management Summary, exklusive Inhalts-, Literatur-, Quellen und Tabellenverzeichnis sowie Selbständigkeitserklärung und Anhang.	57 Seiten, Total Seiten: 111