

# Der Anlageprozess von Savity

White Paper

**savity**

Mai 2018

**Rechtlicher Hinweis:** Das White Paper versteht sich als kostenloses Informationsmedium. Es wurde mit Sorgfalt erstellt und spiegelt die Meinung des Autors wider, erhebt aber keinen Anspruch auf Korrektheit oder Vollständigkeit. Die Inhalte dieses White Papers dienen daher ausschließlich zur Information und stellen weder eine Aufforderung oder ein Anbot zum Abschluss eines Vertrages oder sonstigen Rechtsgeschäftes, insbesondere zu einem Investment, dar oder sollen eine derartige Entscheidung beeinflussen. Insbesondere wird darauf hingewiesen, dass die Informationen keine Anlage-, Rechts-, Steuer- oder sonstige Beratung darstellen und selbstverständlich eine solche auch in keinster Weise ersetzen können. Bei den im White Paper dargebotenen Inhalten, Grafiken und Texten handelt es sich somit auch um keine Anlageempfehlung.

**Risikohinweis:** Jede Kapitalveranlagung ist mit einem Risiko verbunden. Kurse können sowohl steigen als auch fallen. Wertentwicklungen beziehen sich auf die Vergangenheit. Die Wertentwicklung der Vergangenheit lässt keine verlässlichen Rückschlüsse auf die zukünftige Entwicklung eines Investments zu. Insbesondere kann die Erhaltung des investierten Kapitals nicht garantiert werden; es gibt somit keine Gewähr dafür, dass der Wert des eingesetzten Kapitals bei einem Verkauf dem ursprünglich eingesetzten Kapital entspricht.

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	II
Abbildungsverzeichnis .....	IV
Tabellenverzeichnis.....	V
Symbolverzeichnis .....	VI
1 Einleitung.....	1
2 Anlagerichtlinien.....	2
2.1 Investmentphilosophie.....	2
2.2 Anlageklassen .....	4
2.3 Anlageuniversum .....	5
2.3.1 Definitionen für Anlageinstrumente .....	5
2.3.2 Einsatz aktiver und passiver Fonds.....	5
2.3.3 Anforderungen an nachhaltige Anlageinstrumente.....	7
2.3.4 Kriterien bei der Produktauswahl .....	8
2.3.5 Umgang mit Währungsrisiken.....	12
2.4 Finanzinstrumente in den einzelnen Anlageklassen .....	12
2.5 Anlagestrategien .....	13
2.5.1 Risikoklassen .....	13
2.5.2 Maximale Gewichtung .....	14
2.5.3 Risikobudget.....	15
2.5.4 Referenzportfolios.....	16
2.5.5 Berücksichtigung der individuellen Optimierung des Kundenprofils .....	17
3 Portfoliomanagement.....	18
3.1 Portfoliotheorie nach Markowitz.....	18
3.2 Portfoliotheorie nach Tobin.....	24
3.3 Moderne Kapitalmarkttheorie.....	27
3.4 Black-Litterman .....	29

3.4.1	Referenzrenditen.....	31
3.4.2	Subjektive Renditeprognosen.....	32
3.4.2.1	Komponenten der Prognose.....	33
3.4.2.2	Schätzfehlermatrix.....	33
3.4.3	Black-Litterman Rendite.....	36
3.4.4	Modellierung der subjektiven Renditeprognosen.....	37
3.4.4.1	Aktienmärkte.....	38
3.4.4.2	Rentenmärkte.....	38
3.4.4.3	Währungen.....	39
4	Optimierung nach Shortfall-Risiken.....	41
4.1	Value at Risk.....	41
4.1.1	Simulation.....	42
4.1.2	Varianz-Kovarianz-Methode.....	42
4.2	Conditional Value at Risk / Expected Shortfall.....	44
5	Risikomanagement.....	45
5.1	Volatilitätsmodelle.....	45
5.1.1	ARCH-Modelle.....	47
5.1.2	GARCH-Modelle.....	48
5.1.3	RiskMetrics.....	49
6	Anhang.....	50
6.1	Markteffizienzhypothese.....	50
6.2	Herleitung der Tobin-Effizienzlinie.....	51
6.3	Moderne Kapitalmarkttheorie.....	53
	Literaturverzeichnis.....	54

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Globales Marktportfolio, Stand: Februar 2017 .....	2
Abbildung 2: Diversifikationseffekt eines fiktiven Portfolios bei zunehmender Anzahl an Finanzierungstiteln .....	20
Abbildung 3: Rendite-Risiko-Profil eines fiktiven Wertpapierportfolios bestehend aus zwei riskanten Finanzierungstiteln .....	22
Abbildung 4: Rendite-Risiko-Profil eines fiktiven Portfolios bestehend aus drei riskanten Finanzierungstitel und einer risikolosen Veranlagung .....	25
Abbildung 5: Wertpapiermarktlinie bestehend aus drei riskanten Finanzierungstitel und einer risikolosen Veranlagung .....	29
Abbildung 6: Black-Litterman-Verfahren .....	30
Abbildung 7: Konfidenzintervalle für Schätzfehler .....	35

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Risikoklassen.....	14
Tabelle 2: Maximale Gewichtung.....	15
Tabelle 3: Risikobudget.....	16
Tabelle 4: Referenzportfolios .....	17

## Symbolverzeichnis

$\alpha$	Achsenabschnitt der Regressionsgeraden
$\beta$	Steigungskoeffizient der Regressionsgeraden
$\varepsilon$	Zufallsfehler
$\mu$	Mittelwert
$\sigma$	Standardabweichung
$\sigma^2$	Varianz
$\Sigma$	Summe
$t$	Zeitpunkt im Eventfenster
$\nu$	Freiheitsgrade
$\Phi$	gegebene Informationsstruktur

## 1 Einleitung

Das White Paper beschreibt den Investmentprozess von Savity. Der Fokus liegt hierbei neben der ausführlichen Erläuterung der definierten Anlagerichtlinien vor allem auf den Methoden und Modellen, welche bei Savity im Portfolio- und Risikomanagement zur Anwendung kommen.

Es sei darauf hingewiesen, dass die dargelegte Methodologie der gegenwärtigen Vorgehensweise im Asset Management entspricht. Bei Savity sind wir allerdings bestrebt, die Optimierungs- und Risikomodelle fortwährend weiterzuentwickeln und gegebenenfalls auch andere Verfahren miteinzubeziehen, sodass Änderungen in der Methodologie durchaus möglich sind.



## 2 Anlagerichtlinien

Ziel aller über Savity angebotenen Anlagestrategien ist die effiziente Nutzung von Renditemöglichkeiten an den globalen Kapitalmärkten unter Berücksichtigung der vom Kunden vorgegebenen Anlageprioritäten, sowie des angestrebten Risikobudgets.

Die Optimierung der Kundenportfolios zielt auf die Ertragsmaximierung bei vorgegebenem Risikobudget des Kunden ab, wobei die Basis jedes Kundenportfolios das Globale Marktportfolio bildet.

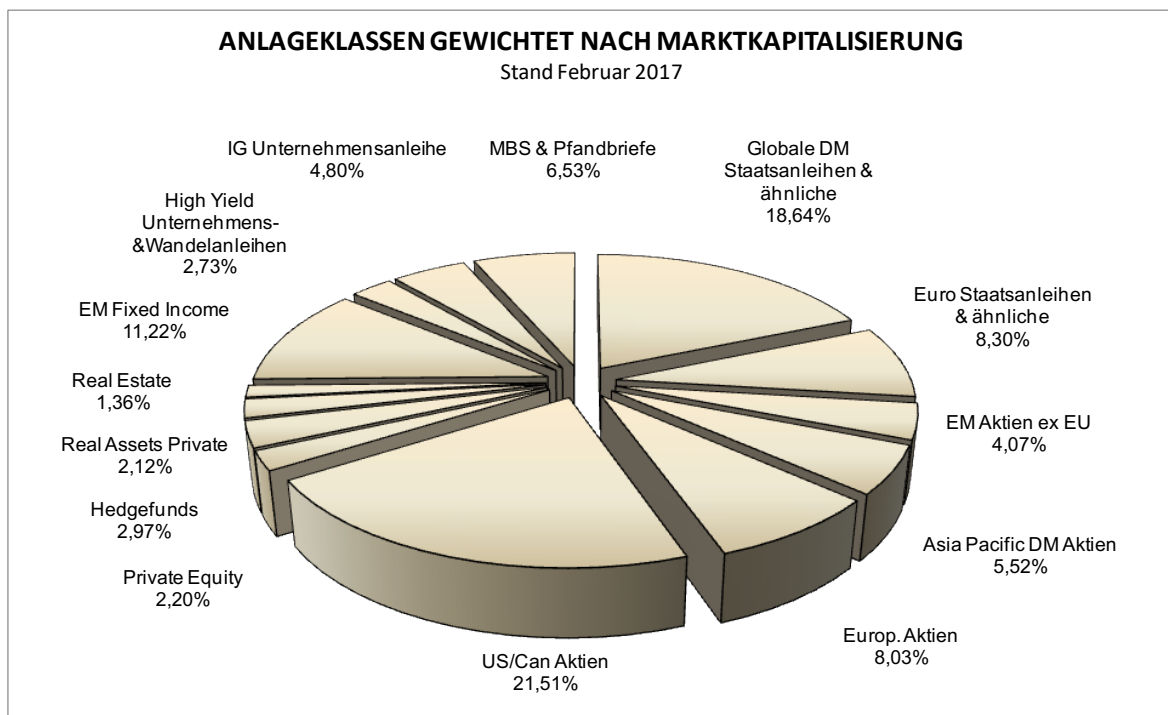


Abbildung 1: Globales Marktportfolio, Stand: Februar 2017

### 2.1 Investmentphilosophie

Die Strategie von Savity basiert auf der Annahme, dass Märkte in weiten Teilen von Effizienz geprägt sind. Nach der Markteffizienzhypothese von Fama (1972) gilt ein Markt genau dann als effizient, wenn Wertpapierpreise sämtliche verfügbare Informationen widerspiegeln.

Auf effizienten Märkten werden Wertpapiere demnach stets zu ihrem fairen Preis gehandelt, wodurch es nicht möglich sein sollte, den Markt zu schlagen. Aus der effizienten Bepreisung der Märkte und der damit einhergehenden korrekten Bepreisung der Risikoauschläge und

der resultierenden Größe der Assetklassen entsprechend ihrer Wertigkeit folgt, dass die Be-  
preisung der Märkte eine faire Risikoprämie impliziert, welche sich aus dem Marktgleich-  
gewicht ableitet. Dieser Umstand bildet die Ausgangsbasis für Savity und rechtfertigt den  
Rückgriff auf das globale Marktportfolio.

Die Annahme effizienter Märkte gilt vor allem in der langen Frist. Kurzfristig, innerhalb  
eines Konjunkturzyklus, können Märkte jedoch Verzerrungen unterliegen und daher vom  
natürlichen Gleichgewicht abweichen. Diese kurzfristigen Ineffizienzen rechtfertigen für  
Savity den Einsatz von makroökonomischen Prognosen über künftige ökonomische Ent-  
wicklungen. Ziel ist es systematisch, ausgehend von der aktuellen Marktbewertung Über-  
oder Unterbewertungen (sogenannte Marktanomalien) zu identifizieren und über die resul-  
tierende Überrendite-Schätzung das effiziente Marktportfolio zu ermitteln, welches vom  
Gleichgewichtsportfolio, das ausschließlich auf der aktuellen globalen Marktkapitalisierung  
und der historischen Kovarianzmatrix beruht, abweichen kann.

Die Umsetzung der Markteffizienzhypothese bedeutet auch auf Ebene der einzelnen Anla-  
geklassen, dass mittels eigenem Research langfristig keine Outperformance gegen den Markt  
erreicht werden kann. Innerhalb der im Kundenportfolio gewichteten Anlageklassen wird  
daher eine passive Investmentstrategie umgesetzt.

Während aktives Management das Ziel verfolgt, eine überdurchschnittliche Wertentwick-  
lung durch Titelselektion zu erreichen, wie etwa die Entwicklung eines Indexes zu übertref-  
fen, wird beim passiven Management eine systematische und kosteneffiziente Nachbildung  
geeigneter Indizes angestrebt, wodurch die Wertentwicklung des Fonds an die des Marktes  
gebunden ist. Obwohl passive Strategien vordergründig eine exakte Indexreplikation anstre-  
ben, ist ein bewusstes Abweichen der exakten Nachbildung unter bestimmten Umständen  
dennoch sinnvoll.

- Zum einen besteht die Möglichkeit, dass spezielle Anlageprioritäten des Kunden  
nicht mit passiven Strategien umgesetzt werden können, wenn kein effizient inves-  
tierbarer Index existiert. Vor allem illiquide Anlageklassen werden oft mit stark  
simplifizierenden Ansätzen repliziert, was zu Performance-Abweichungen gegen-  
über dem breiten Anlageuniversum führt und darüber hinaus Cluster-Risiken gene-  
riert.

- Zum anderen ist die Umsetzung der mit den jeweiligen Anlageklassen verbundene Ertrags- und Risikopotentiale mit den geläufigen Indizes oftmals nicht zufriedenstellend realisierbar. So bedeutet beispielsweise eine Gewichtung nach der Marktkapitalisierung in den gängigen Anleiheindizes im Zuge der Indexkonstruktion, dass Emittenten, wie Unternehmen oder Länder, mit hoher Verschuldung höher gewichtet werden als jene mit soliden Finanzen. Durch systematische Kontrolle solcher qualitativer Kriterien kann ein „aktiv“ gemanagtes Anleiheportfolio das Marktpotential besser reflektieren<sup>1</sup>, benötigt jedoch einen Manager, der die Einhaltung dieser Kriterien überwacht. In solchen Fällen werden OGAW-konforme Investmentfonds eingesetzt.

## 2.2 Anlageklassen

Die Zusammensetzung der Anlageklassen innerhalb des individuellen Kundenportfolios im Vergleich zum Globalen Marktportfolio ist primär eine Funktion des Risikobudgets des Kunden und wird automatisch über das Savity-Risikomanagement-Modell an das Umfeld der Kapitalmärkte angepasst. Die optimale Nutzung von Renditemöglichkeiten an den Kapitalmärkten liegt aus Sicht des Portfoliomanagers vor allem in der kosteneffizienten Aufteilung des Kapitals in verschiedene Anlageklassen.

In der Umsetzung der Anlagestrategien kommen folgende Anlageklassen zum Einsatz:

- Aktien
- Staatsanleihen
- besicherte Anleihen (Covered Bonds, Pfandbriefe)
- Unternehmensanleihen (darunter auch Wandelanleihen)
- Immobilien
- Rohstoffe (Gold und Marktindices)
- Hedgefonds und Private Equity
- Bankguthaben

---

<sup>1</sup> Systematisch erzielbarer Mehrertrag ist als Faktorrisiko isolierbar und mittlerweile zumindest im Aktienbereich auch unter dem Begriff „Smart Beta Investing“ passiv investierbar. Der Rentensektor liegt hierbei jedoch zurück und setzt vorwiegend traditionelle „aktive“ Investmentfonds ein.

## 2.3 Anlageuniversum

### 2.3.1 Definitionen für Anlageinstrumente

Die Anlage des Kundenvermögens erfolgt je nach Anlageklasse in börsennotierte Indexfonds (Exchange Traded Funds – **ETFs**), klassischen **OGAW**-Investmentfonds und in gelisteten Einzeltiteln (in der Anlageklasse Hedgefonds und Private Equity). Als OGAW-Fonds werden Investmentfonds bezeichnet, die den strengen Struktur-, Veranlagungs-, Informations- und Kontrollvorschriften der EU-Investmentrichtlinie unterliegen, die vor allem dem Anlegerschutz dienen (auch unter dem englischen Begriff „UCITS“ üblich).

Die Anlage des Kundenvermögens erfolgt überwiegend in OGAW-Investmentfonds, wobei hier primär börsennotierte Indexfonds (Exchange Traded Funds-ETFs) aufgrund ihrer Kosteneffizienz zum Einsatz kommen. Indexfonds bilden Marktindizes der großen Anlageklassen, wie Anleihen oder Aktien, nach. Dabei werden Indizes regional, nach Sektoren, Emittentengruppen oder Ratings unterteilt.

ETFs werden an Börsen gehandelt, wobei ihre Liquidität von Market Makern gewährleistet wird, die allerdings keine Bewertung zum Nettoinventarwert eines Index-ETFs garantieren. Aus diesem Grund wird in Anlageklassen, die eine geringere Liquidität aufweisen oder aufgrund der Indexregeln, welche in der Regel die Marktkapitalisierung ist, nicht das Ertrags- und Risikopotential der Anlageklasse zufriedenstellend widerspiegeln, auch direkt in OGAW-konforme Investmentfonds investiert, die eine Abrechnung zum Nettoinventarwert gewährleisten.

### 2.3.2 Einsatz aktiver und passiver Fonds

Savity setzt sowohl aktive als auch passive Instrumente ein: Ziel ist die systematische Nutzung aller Ertragsquellen der Finanzmärkte zu möglichst niedrigen Kosten. Für jeden verwendeten Marktindex (gegenwärtig 38) werden investierbare Instrumente kategorisiert. Jedes Instrument unterliegt einem Scoring. Das Instrument mit dem höchsten Score kommt – abhängig von der Anlageoption – in der Allokation zum Einsatz.

Savity bietet mehrere Anlageoptionen an. Die Produktauswahl ist von der gewählten Anlageoption abhängig. Gegenwärtig werden folgende Anlageoptionen unterschieden: Classic (Ziel: Kostenminimierung), Income (Ziel: hohe laufende Ausschüttungen), Green (Ziel: Einhaltung von in DE & AT relevanten ESG-Kriterien), Legends (es dürfen Total Return Fonds, Hedgefonds und P/E Produkte verwendet werden).

Die Auswahl der Instrumente basiert grundsätzlich auf der Umsetzung der Markteffizienzhypothese, indem also Anlageklassen auf ihr systematisches Risiko und Faktorserträge hin analysiert werden und die kosteneffiziente Umsetzung aller Anlageklassen sich im Anlageuniversum widerspiegelt.

Ein Marktindex reflektiert das systematische Risiko/Ertragsverhältnis seiner Anlageklasse perfekt im Sinne der Markteffizienzhypothese, wenn es aufgrund der Indexkonstruktion nicht zu systematischen Faktorserträgen außerhalb des Index kommt, die der Index nicht abdeckt. Neben den klassischen Faktorserträgen von Fama/French wie Size, Value oder Momentum, sind dabei insbesondere die Anleihenindices zu hinterfragen, für die eine simple Marktkapitalisierungsgewichtung (höchste Schulden = höchste Gewichtung im Index) völlig unzureichend ist. Savity kategorisiert nach folgenden Faktorrissen: Size, Value, Momentum, Quality, Multifactor, low Duration. Die Abweichung des Anlageuniversums bei Savity von einem rein passiven Ansatz ist also durch Mängel in der Indexkonstruktion zu erklären, die das systematische Ertrags/Risikopotential der Anlageklasse verzerren.

Als Faustregel ist davon auszugehen, dass

- breit diversifizierte Indices in reifen Märkten als effizient gelten können und mit passiven Indexprodukten abgedeckt werden.
- Faktorrissen als Ausformungen von breiten Indices über Smart Beta ETFs/UCITS-Fonds abgedeckt werden (und den „naiven“ Index dann substituieren). Folgende Faktorrissen kommen für Aktienindices zum Einsatz: Size, Value, Low Beta, Minimum Volatility. Für Rentenindices kommen Quality und Dynamic Smart Beta (=Multifactor) Fonds zum Einsatz. Weiters wurde ein Faktorrisiko „low Duration“ eingeführt.
- während Randmärkte und ineffiziente Märkte mit aktiven, Benchmark-orientierten Fonds abzudecken sind.
- In jedem Falle gilt „Sortenreinheit“ – also die möglichst exakte Replikation der vorgegebenen Anlageklasse. Mischfonds finden also grundsätzlich keine Berücksichtigung in dem Savity-Anlageuniversum.

### 2.3.3 Anforderungen an nachhaltige Anlageinstrumente

Die Anforderungen an nachhaltige Anlageinstrumente setzt grundsätzlich ebenfalls einen Benchmark-orientierten, breit diversifizierten Anlagestil voraus. Aufgrund der Nachhaltigkeitskriterien, die Savity anwendet, sind ETFs in der Regel nicht investierbar. Diese verfolgen einen Best-in-Class-Ansatz mit weichen Ausschlusskriterien, während das Werteverständnis österreichischer und deutscher Investoren eine rigorosere Definition von Nachhaltigkeit umsetzt. Im Bereich der ökologischen Beurteilung lehnen wir die Investition in Unternehmen und Staaten ab, die vermeidbaren Raubbau an Ressourcen betreiben (z.B. Kohleabbau & Energieerzeugung: es gibt effiziente Alternativen, die aus dem Kohleabbau resultierende Umweltbelastung ist daher nicht akzeptabel, also nicht investierbar) oder eine unverantwortliche Nutzung von Ressourcen mit unabsehbaren Folgeschäden (z.B. Atomenergie, industrielle Nutzung von Genmanipulation zum Schaden der Artenvielfalt). Wir sehen jedoch die grundsätzliche Notwendigkeit, die Umwelt auf Basis des heutigen technologischen Standes zu belasten (z.B. Bergbau, Erdöl- und Erdgasindustrie), wenn wir nicht unseren gewohnten Lebensstandard radikal ändern wollen. In solchen Industrien verfolgen wir einen Best-in-Class-Ansatz: wählen also die Verantwortungsvollsten Unternehmen ihres Sektors aus, bzw. schließen nur vermeidbare, besonders belastende Praktiken aus (z.B. Fracking, Teersand).

Ähnlich verfahren wir im Bereich Soziales: hier geht es primär um die Einhaltung der Menschenrechte bei Staaten und Unternehmen. Im Gegensatz zur Ökologie verfolgen wir hier einen Best-in-Class-Ansatz und eliminieren die schwächsten 10%. Wir unterscheiden dabei zwischen Standards für entwickelte Staaten (OECD) und Schwellenländern. Konkret führt das derzeit beispielsweise zum Ausschluss der Türkei (dramatische Verschlechterung seit dem Putsch). Wir beurteilen die Todesstrafe negativ, führen sie jedoch nicht als hartes Ausschlusskriterium – denn 2/3 der Staaten der Welt wären dann Schurkenstaaten (und das schließt neben den USA praktisch ganz Asien mit ein).

Darüber hinaus bestehen folgende Anforderungen:

- **Ökologische Ausschlusskriterien**

Nutzung von Atomkraft und /oder Produktion von Kernkomponenten, Nutzung und Abbau von Kohle, industrielle Nutzung von Genmanipulation zum Schaden der Artenvielfalt; Öl und Gas aus Fracking oder Teersanden.

#### - **Soziale Ausschlusskriterien**

Kinderarbeit gem. ILO Definition, systematische Schlechterstellung von Frauen gem. ILO, Rüstungsproduktion und besonders hohe Rüstungsausgaben eines Staates (gemessen GDP per Cap.), Tabak, Glücksspiel (als primärer Geschäftszweck), Pornographie, Genforschung am menschlichen Genom bei Embryonen.

#### - **Governance Ausschlusskriterien**

Hohe Korruption bei Staaten, Korruption bei Unternehmen (wenn das Management nicht ausgetauscht wurde), aggressive Geschäftspraktiken, die zu einer Erosion der Unternehmenssubstanz führen und Stakeholder gezielt verwässern (z.B. Dividendenpolitik, dramatische Erhöhung des Fremdkapitals, spekulative Unternehmenskäufe mit hohem Goodwill in neuen Geschäftsbereichen).

Folgende Anlageklassen betrachten wir ohne explizites ESG-Screening als investierbar für nachhaltige Portfolios:

- Covered Bonds in Europa: Das sind gedeckte Schuldverschreibungen, für die zum einen das ausgebende Finanzinstitut (meist eine Bank) haftet, zum anderen sind die Gläubiger durch einen Bestand an Sicherheiten gegen Verluste geschützt. Diese Sicherheiten bestehen häufig aus Grundpfandrechten oder Anleihen des öffentlichen Sektors. Damit unterscheiden sich Covered Bonds sowohl von unbesicherten Schuldverschreibungen als auch von forderungsbesicherten Wertpapieren (ABS), die von Zweckgesellschaften begeben werden, welche neben den sichernden Forderungen über keine weiteren Vermögenswerte verfügen. Eine wichtige Form von Covered Bonds sind Pfandbriefe.
- Dänische Hypothekenanleihen (einer der liquidesten besicherten Märkte Europas).

### **2.3.4 Kriterien bei der Produktauswahl**

Die Fondsauswahl erfolgt auf Basis der Scores, die sich aus dem Screening Prozess ergeben. Grundsätzlich ist die Produktallokation mit 25% limitiert. Wird ein Marktindex in der Optimierung höher alloziiert, so ist er durch mehrere Instrumente zu investieren. **Max. Einzel-Allokationslimit: 25%**, bei Marktindex Asset Allocation > 20% gilt max. 20% für das erstgereichte Produkt.

Das Screening des investierbaren Anlageuniversums aus passiven Anlagen (Indexreplikation) und Anlagen mit Benchmark-orientierten Anlageprozessen berücksichtigt folgende Kriterien:

**Kriterium 1:** Wir investieren ausschließlich in Fonds, die zum öffentlichen Vertrieb zugelassen sind und einen steuerlichen Vertreter in Österreich haben und der OGAW-Richtlinie entsprechen (innerhalb der EU harmonisiert und bekannt unter dem Kürzel „UCITS“). Die EU hat mit den UCITS-Vorschriften einen heute weltweit kopierten Qualitätsstandard für Investmentfonds geschaffen, den wir uns zunutze machen.

**Kriterium 2:** Grundsätzlich bevorzugen wir Fonds ohne Ausschüttung, also sogenannte Thesaurierende Fonds, die ihre Erträge laufend selbst wiederveranlagen. So liegt niemals Kapital brach, oder verursacht Transaktionskosten. Nur für Kunden, die ausdrücklich eine hohe laufende Ausschüttung wünschen investieren wir bevorzugt in ausschüttende Klassen mit hohen Dividenden- oder Kuponerträgen.

**Kriterium 3:** Alle investierbaren Produkte müssen in EUR handelbar sein, um Transaktionskosten und Gebühren zu minimieren. Wir ziehen grundsätzlich EUR-abgesicherte Fonds jenen vor, die Währungsrisiko nicht absichern. Das Ziel einer Investition in US-Aktienmärkte ist die Performance der US-Aktien, nicht aber das Währungsrisiko USD/EUR. Letzteres schwankt sehr stark und hat keine stabile Beziehung zur Performance des US-Aktienmarktes. Folglich würden wir unnötig Risiko nehmen, das keinen nachvollziehbaren Diversifikationsbeitrag im Portfoliokontext liefert.

Es gibt allerdings Märkte, deren Kursbewegungen eine enge Beziehung zum Wechselkurs haben – z.B. Emerging Market Aktien. Diese sichern wir deshalb nicht ab. Darüber hinaus betrachten wir Währungen als eigene Anlageklasse, in die aufgrund unserer Modelle nur dann investiert wird, wenn substantielle Ertragschancen den Risiken gegenüberstehen.

**Kriterium 4:** Wir kategorisieren Fonds nach ihrer Anlageklasse (z.B. europäische Aktien, oder europäische Staatsanleihen mit hoher Kreditqualität, hochkapitalisierte US-Aktien, etc.). Dabei unterscheiden wir zur Zeit 39 solcher Anlageklassen, in die wir investieren können.

**Kriterium 5:** Quantitative Überprüfung der Instrumente gegen ihre Referenzindices, die die 39 Anlageklassen abbilden. Hier geht es um die Überprüfung des Ertrags des Fonds im Verhältnis zum Ertrag des Referenzmarktes (Analyse des sogenannten „Tracking Er-



rors“). Wir analysieren neben der absoluten Performance die risikoadjustierte Performance und die Stabilität dieser Kennzahlen. Deshalb ziehen wir insbesondere bei aktiven Fonds jene vor, die eine lange Kurshistorie vorweisen können (idealerweise bis vor 2008: das war die letzte große Krise). Besonderes Augenmerk gilt dem Verhalten in negativen Marktphasen und in Stressphasen. Oft ist die Performance eines Fonds über mehrere Jahre hinweg solide positiv, stürzt aber in einer Krise massiv ab: wir verwenden neben statistischen Tools der Zeitreihen (wie Schiefe und Kurtosis, CVaR) auch systematische Bewertungen der Investmentprozesse („Scores“), die Teil unseres Due Diligence Prozesses sind.

**Kriterium 6:** Liquidität ohne Mengenrestriktionen auch mit kleinsten Handelseinheiten (also möglichst keine Mindesthandelsgrößen) zum Fair Value. Rundung auf 1/1000 Einheiten.

Neben der kommittierten Handelbarkeit auf Basis der Mindesttransaktionen ist für die Beurteilung der Liquidität der zugrundeliegende Markt ausschlaggebend. ETFs weisen in einem normalen Marktumfeld die höchste Liquidität auf: sie sind Intraday handelbar – und stützen sich auf Market Maker Commitments. In Phasen der Marktverwerfung (z.B. Crash) gelten diese Commitments jedoch nicht, bzw. können Preise generieren, die weit vom Fair Value (dem Nettoinventarwert) abweichen. Wir gehen davon aus, dass stark flow-getriebene Märkte, die über keinen hochentwickelten Derivat-Markt verfügen, diesem Risiko unterliegen, und bevorzugen für solche als „illiquid“ klassifizierte Anlageklassen klassische UCITS-Fonds. Typische betroffene Anlageklassen: High Yield, Convertibles, Emerging Markets – Aktien und Local Currency Bonds.

Für potentiell illiquide Anlageklassen können statt ETFs auch UCITS-Fonds eingesetzt werden.

**Kriterium 7:** Weiters werden alle Instrumente laufend nach ihrer Größe und ihrer Handelbarkeit überprüft. Es gilt grundsätzlich, dass nur in Instrumente mit mindestens wöchentlicher Handelbarkeit (zum Nettoinventarwert) investiert werden darf. Bei ETFs, die ja während des Tages an der Börse gehandelt werden, ist die durchschnittliche Abweichung des Schlusskurses gegenüber dem Nettoinventarwert ausschlaggebend: hohe Abweichungen führen zum Ausschluss eines Instruments aus unserem Universum. Die Größe entspricht der Marktkapitalisierung des Instruments, bzw. der Strategie gibt Aufschluss über das Marktinteresse und damit das langfristige Überleben des Instruments. Wir haben kein

Interesse in Fonds zu investieren, die mangels Investoreninteresse wieder eingestellt werden.

**Kriterium 8:** Die qualitative Überprüfung der Instrumente ist der aufwendigste Part der Analyse der Instrumente und konzentriert sich auf aktive Fonds. Sie gliedert sich in 3 Bereiche: Organisation des Managers – Kompetenz des Fondsmanagers/Management-Teams – Investmentprozess. Wir suchen stabile Organisationen mit guten internen Risikomanagement-Prozessen. Wir suchen Teams, die seit Jahren zusammenarbeiten und die veröffentlichte Performance auch selbst produziert haben und über ausreichende Kapazitäten verfügen, um ihre Prozesse umzusetzen. Der Investmentprozess mit seinen Risikokontrollen muss für uns nachvollziehbar sein und dem Mandat gerecht werden. Die quantitative Performance muss durch den Prozess bestätigt werden. Wir investieren für Savity ausschließlich in breit diversifizierte Portfolios, die einen relativen Performance-Ansatz gegen einen Referenzindex verfolgen.

**Kriterium 9:** Es wird immer in das möglichst billige Instrument investiert. Dabei wird zur Beurteilung die absolute Belastung herangezogen. Die absolute Belastung berücksichtigt, dass Savity möglicherweise Zugang zu institutionellen Klassen hat, oder einen Rabatt für seine Kunden herausverhandelt hat: es zählt immer die Netto-Belastung.

ETFs bieten sich als kostengünstigste regulierte Anlagevehikel für die Umsetzung eines passiven Investmentansatzes an. UCITS-Fonds sind in der Regel wesentlich teurer – dieser Nachteil muss durch andere Vorteile kompensiert werden. Es ist davon auszugehen, dass 80% des Investmentuniversums durch ETFs abgedeckt wird.

**Kriterium 10:** nachdem so das Investment-Universum gebildet wurde, erfolgt laufend das Monitoring: quantitative Kennzahlen werden laufend überprüft, qualitative Überprüfung erfolgt zumindest einmal pro Jahr.

**Kriterium 11:** Transparenz: Die Umsetzung des Mandats. Bei ETFs ist dabei neben der Replikationsmethode (direkt/Tracker/synthetisch) insbesondere die ETF-Index-Definition von Bedeutung: ETFs verfolgen oft nicht exakt den breiten Marktindex, sondern nur eine Auswahl der liquidesten Repräsentanten einer Anlageklasse. Dies produziert Tracking Error-Quellen, und v.a. in Stressphasen erhöhtes Cluster-Risiko. Wir bevorzugen

direkte Replikation gegenüber Tracking gegenüber synthetischer Replikation. Wir schließen synthetische Replikation nicht aus dem Anlageuniversum aus, so fern eine adäquate Streuung des Counterparty Risikos gewährleistet ist, und der Referenzindex durch liquide Derivativmärkte replizierbar ist (also z.B. S&P 500, World Government Bonds, Währungsoverlays).

### **2.3.5 Umgang mit Währungsrisiken**

Sollten Basiswerte eines Finanzinstruments in Fremdwährung gehandelt werden, ergeben sich daraus Währungsrisiken, welche selbst dann bestehen, wenn das Anlageinstrument in Euro denominiert ist. So kann ein ausländischer Index nominell steigen, und der ETF dennoch an Wert verlieren, sofern parallel die Währung des gehandelten Marktes stärker gegen den Euro abwertet als der Marktindex an Wert gewinnt. Grundsätzlich werden alle Anlageklassen währungsgesichert investiert, um Verzerrungen der Wertentwicklung einer Anlageklasse durch potentielle Währungsschwankungen zu vermeiden. Ausnahmen ergeben sich bei Schwellenländern, deren Aktienkurse stark mit der Entwicklung lokaler Währungen korrelieren. Der Einsatz von Schwellenländeranleihen und nicht abgesicherter Aktieninvestments in Hartwährungsländern (wie z.B. USD, JPY, CHF) ist nur dann zulässig, wenn deren Währungen gegenüber dem Euro sowohl taktisch als auch makroökonomisch stark unterbewertet sind, und folglich aus der Währungskomponente selbst aktives Ertragspotential resultiert. Auch im Falle einer Euro-Krise, welche die Kaufkraft des Euro abrupt erodiert, würden ebenfalls nicht abgesicherte Fremdwährungsanlagen in Aktien, Anleihen und Rohstoffen eingesetzt werden. (Makromodelle siehe

Direkte Investments in Finanzinstrumente mit Hebelwirkung (z.B. Futures, Optionen) ebenso wie Leerverkäufe oder sonstige Geschäfte, die Nachschusspflichten oder Pflichten zur Einlage von Sicherheiten mit sich bringen, sind nicht zulässig.

## **2.4 Finanzinstrumente in den einzelnen Anlageklassen**

Innerhalb der Anlageklassen werden Finanzinstrumente unter Berücksichtigung persönlicher Kundenpräferenzen ausgewählt.

Gegenwärtig bietet Savity folgende Anlageoptionen an:

- Savity Classic: fokussiert auf passive Indexreplikatoren mit niedrigen Kosten

- Savity Income: fokussiert auf laufendes Einkommen bei Kapitalerhalt, bevorzugt daher ausschüttende Anlageklassen und Anlagestrategien mit hohem Ausschüttungspotential wie z.B. High Dividend Strategien.
- Savity Green: fokussiert auf nachhaltiges Investment gemäß des sozio-kulturellen Verständnisses im deutschsprachigen Raum. So werden bei nachhaltigen Investments zum Beispiel ökologische, soziale und ethische Kriterien bei den Finanzinstrumenten berücksichtigt, was über ETFs in der Regel nicht zufriedenstellend abgedeckt werden kann. Da ETFs primär auf soziale Verantwortung („SRI“) abstellen und insbesondere ökologische Kriterien unterrepräsentiert sind, werden ESG-Portfolios über klassische UCITS-Fonds dargestellt, die allerdings mit höheren Kosten belastet sind.
- Savity Legends: fokussiert auf Anlagestrategien mit langfristig herausragendem Track Record gegenüber den gehandelten Märkten, also Generierung von Alpha durch ein etabliertes Management Team. Umsetzung erfolgt über einen eigens für Savity entwickelten Baustein: den Legend-Fonds, sowie Einsatz von UCITS-Fonds. Neben long-only Strategien kommen auch Hedgefonds- und liquide Private Equity Strategien zum Einsatz.

## 2.5 Anlagestrategien

### 2.5.1 Risikoklassen

Auf Basis der Risikotragfähigkeit und der individuellen Risikobereitschaft des Kunden und unter Berücksichtigung der bestehenden Veranlagung des Nettofinanzvermögens des Kunden, sowie seines laufenden Nettoeinkommens nach Abzug der Lebenshaltungskosten erfolgt die Einstufung des Kunden in eine der fünf Anlagestrategien.

<b>Sicherheitsbewusst</b>	Das vordringliche Ziel der Anlage liegt im realen Kapitalerhalt. Zu diesem Zweck können Anlagen in Immobilien und Rohstoffen getätigt werden. Eine Beimischung von Aktien bietet die Möglichkeit, langfristig Mehrwert gegenüber einem reinen Euro-Rentenportefeuille zu erwirtschaften. Allerdings ist der Einsatz risikoreicherer Anlageklassen stark limitiert, um eine möglichst niedrige Schwankungsbreite des Portfolios mit einem Risikobudget (=statistisch erwartetes Verlustpotenzial) von 6% zu erzielen. Der maximale Wertverlust des Referenzportfolios in den letzten 20 Jahren betrug -8,14 %.
---------------------------	---

<b>Konservativ</b>	Das vordringliche Ziel der Anlage liegt im realen Kapitalerhalt und moderatem Vermögenszuwachs. Zu diesem Zweck können Anlagen in Immobilien und Rohstoffen und Aktien getätigt werden. Die Investition in global gestreute Aktien, die neben den Hauptmärkten der reifen Industrieländer auch die Beimischung von Emerging Markets beinhalten kann, bietet die Möglichkeit, langfristig Mehrwert gegenüber einem reinen Euro-Rentenportefeuille zu erwirtschaften. Allerdings ist der Einsatz risikoreicherer Anlageklassen limitiert, um eine moderate Schwankungsbreite des Portfolios mit einem Risikobudget (=statistisch erwartetes Verlustpotenzial) von 9% zu erzielen. Der maximale Wertverlust des Referenzportfolios in den letzten 20 Jahren betrug -22,12 %.
<b>Ausgewogen</b>	Das vordringliche Ziel der Anlage ist überdurchschnittlicher Vermögenszuwachs, ohne jedoch den gesamten Teil des Kapitals den Schwankungen des Aktienmarktes auszusetzen. Allerdings sind risikoreichere Anlageklassen wie Aktien ein Hauptteil des Portfolios. Die Möglichkeit der breiten Diversifikation in alle Anlageklassen zielt auf die substantielle Limitierung des Anlagerisikos unter dem Aktienmarkt ab. Somit wird eine höhere laufende Schwankungsbreite des Portfolios in Kauf genommen und ein Risikobudget (=statistisch erwartetes Verlustpotenzial) von 11,50% akzeptiert. Der maximale Wertverlust des Referenzportfolios in den letzten 20 Jahren betrug -29,52 %.
<b>Dynamisch</b>	Das vordringliche Ziel der Anlage ist überdurchschnittlicher Vermögenszuwachs und langfristiger Kapitalzuwachs. Das Kapital ist in hohem Maße den Schwankungen des Aktienmarktes ausgesetzt, denn Aktien und aktienähnliche Anlageklassen sind der Hauptteil des Portfolios. Insbesondere der Aktienanteil des Portfolios, der in der Regel über 50% des Anlagevolumens ausmachen wird, ist ein langfristig investierter Bestandteil des Portfolios. Somit muss das Portfolio große laufende Schwankungen in Kauf nehmen und ein substantielles Risikobudget (=statistisch erwartetes Verlustpotenzial) von 16,50% akzeptieren. Das Gesamtrisiko dieses Portfolios ist hoch. Der maximale Wertverlust des Referenzportfolios in den letzten 20 Jahren betrug -39,78 %.
<b>Aggressiv</b>	Das vordringliche Ziel der Anlage ist weit überdurchschnittlicher Vermögenszuwachs und langfristiger Kapitalzuwachs. Das Kapital ist zur Gänze den Schwankungen des Aktienmarktes ausgesetzt. Es wird auch in spekulativen Märkte wie neue Technologien oder Emerging Markets veranlagt. Während Aktien den Hauptteil des Portfolios ausmachen, werden auch High Yield Bonds und Emerging Market Bonds aufgrund ihres hohen Ertragspotenzials und potenzieller Diversifikationseffekte eingesetzt. Es besteht die Möglichkeit, substantiell in Alternative Investments wie Hedgefonds und Private Equity zu investieren. Daraus resultiert ein hohes Verlustrisiko. Somit muss das Portfolio große laufende Schwankungen in Kauf nehmen und ein substantielles Risikobudget (=statistisch erwartetes Verlustpotenzial) von 25% akzeptieren. Das Gesamtrisiko dieses Portfolios ist extrem hoch und wird als spekulativ eingestuft. Der maximale Wertverlust des Referenzportfolios in den letzten 20 Jahren betrug -56,55 %.

Tabelle 1: Risikoklassen

## 2.5.2 Maximale Gewichtung

Die maximale Gewichtung der Anlageklassen ist je nach Anlagestrategie limitiert.

Die Anlageklassen Immobilien, Rohstoffe und Alternative Anlagen umfassen mehrere Instrumentenkategorien. So können beispielsweise Immobilien-Investments neben Immobilienfonds auch Immobilienaktien oder Real Estate Trusts umfassen. Rohstoff-Engagements können neben Rohstoffindices auch über Rohstoffproduzenten (z.B. ETFs auf Aktien von

Goldminenproduzenten) dargestellt. Hedgefonds bedienen sich opportunistisch aller Finanzmarktinstrumente. Wesentlich für die Zusammenfassung in einer Anlageklasse ist das Verhalten des Instruments auf Markteinflüsse. So bewegen sich Goldminenproduzenten sehr stark mit dem Goldpreis, unabhängig vom breiten Aktienmarkt. Gleiches gilt für Immobilienaktien, deren Ertragspotenzial vom Immobilienmarkt getrieben ist.

Anlagestrategie	Maximale Gewichtung der Anlageklassen nach Anlagestrategie						Statistische jährliche Schwankungsbreite des Portfoliowertes
	Geldmarkt-Guthaben / Cash	Staatsanleihen & besicherte Anleihen	Unternehmensanleihen und Wandelanleihen	Aktien	Immobilien, Rohstoffe (inkl. Gold)	Alternative Anlagen (Hedgefonds, Private Equity)	
<b>Sicherheitsbewusst</b>	100 %	75 %	75 %	11 %	15 %	0 %	2 – 4 %
<b>Konservativ</b>	100 %	75 %	75 %	32 %	20 %	0 %	4 – 5,5 %
<b>Ausgewogen</b>	100 %	75 %	75 %	53 %	20 %	10 %	5,5 – 7 %
<b>Dynamisch</b>	100 %	75 %	50 %	69 %	25 %	20 %	7 – 10,5 %
<b>Aggressiv</b>	100 %	75 %	50 %	100 %	25 %	25 %	10,5 – 16 %

Tabelle 2: Maximale Gewichtung

### 2.5.3 Risikobudget

Das Risikobudget, auch *Value at Risk* genannt, beziffert das statistisch erwartete Verlustrisiko der Anlagestrategie, welches in einem normalen Marktumfeld (ausgehend von 95% Wahrscheinlichkeit) während einer 12 -Monatsperiode nicht überschritten werden sollte und mit dem der Investor folglich zu rechnen hat. Bei einem Überschreiten dieser Verlustschwelle wird dem Kunden ein Sonderbericht übermittelt.

Vom statistisch zu erwartenden Verlust über einen 12-Monatshorizont ist der maximale Wertverlust zu unterscheiden. Diese Kennzahl weist den kumulierten Wertverlust eines Portfolios innerhalb einer Periode (01/01/2000 bis Gegenwart) als Prozentsatz des niedrigsten Kurswerts in Relation zum höchsten vorher erzielten Kurswert der gesamten Periode aus. In den letzten 20 Jahren wurden die maximalen Wertverluste typischerweise in der Großen Finanzkrise 2008-2009 verzeichnet.

Durch aktives Risikomanagement (über das Savity-Risikomanagement-Modell) versucht der Portfoliomanager etwaige Verluste innerhalb des Risikobudgets zu halten.

Ein- und Auszahlungen fließen nicht in die Kalkulation von Portfolioverlusten ein.

Anlagestrategie	Typische jährliche Schwankungsbreite des Portfoliowertes	SRRI *	Risikobudget	Maximaler Wertverlust des Referenzportfolios der letzten 20 Jahre
<b>Sicherheitsbewusst</b>	2,0 – 4,0 %	3	<b>6,0 %</b>	<b>-8,14 %</b>
<b>Konservativ</b>	4,0 – 5,5 %	4	<b>9,0 %</b>	<b>-22,12 %</b>
<b>Ausgewogen</b>	5,5 – 7,0 %	4	<b>11,5 %</b>	<b>-29,52 %</b>
<b>Dynamisch</b>	7,0 – 10,5 %	5	<b>16,5 %</b>	<b>-39,78 %</b>
<b>Aggressiv</b>	10,5 – 16,0 %	6	<b>25,0 %</b>	<b>-56,55 %</b>

Tabelle 3: Risikobudget

\* Der SRRI (Synthetic Risk and Reward Indicator) ist eine Kennzahl für die mit der Veranlagung verbundenen Schwankungen und wird auf Basis historischer Schwankungsbreiten (Volatilitäten) ermittelt. Dieser Risikoindikator hat einen Wert auf einer Skala von 1 bis 7. Je höher der Wert, umso höher das mit dem Investment verbundene Risiko.

#### 2.5.4 Referenzportfolios

Jede Anlagestrategie wird in Ertrag und Risiko mit einem dem typischen Risikoprofil der Anlagestrategie entsprechenden Referenzportfolio verglichen. Die Referenzportfolios der Savity-Anlagestrategien setzen sich aus der Gesamtrendite von Geldmarkt (Maßstab: 1-Monats-Euribor) und globalem Aktienmarkt (in Euro abgesichert) zusammen.

Grundsätzlich gilt: je aggressiver die Anlagestrategie, desto höher ist der Anteil risikoreicher Anlageklassen (wie z.B. Aktien) und desto höher ist die Gewichtung des Globalen Aktienmarktes im Referenzportfolio. Der Synthetische Risiko/Ertragsindikator (SRRI) ist ein EU-weit normierter Maßstab für das Risiko einer Anlagestrategie (1 = niedrigstes Risiko, 7 = höchstes Risiko) auf Basis der Höhe der historischen Schwankungen der Anlagestrategie, bzw. des Referenzportfolios.

Anlagestrategie	Typische jährliche Schwankungsbreite des Portfoliowertes	SRRI	Risikobudget	Referenzportfolios	
				Aktien (Global, Euro hedged) In %	EURIBOR 1 Monat in %
<b>Sicherheitsbewusst</b>	2,00 – 4,00 %	3	6,00 %	<b>15,00 %</b>	<b>85,00 %</b>
<b>Konservativ</b>	4,00 – 5,50 %	4	9,00 %	<b>35,00 %</b>	<b>65,00 %</b>
<b>Ausgewogen</b>	5,50 – 7,00 %	4	11,50 %	<b>46,00 %</b>	<b>54,00 %</b>

<b>Dynamisch</b>	7,00 – 10,50 %	5	16,50 %	<b>63,00 %</b>	<b>37,00 %</b>
<b>Aggressiv</b>	10,50 – 16,00 %	6	25,00 %	<b>97,00 %</b>	<b>3,00 %</b>

Tabelle 4: Referenzportfolios

### 2.5.5 Berücksichtigung der individuellen Optimierung des Kundenprofils

Innerhalb jeder Anlagestrategie werden folgende Parameter für die individuelle Optimierung der Kundenportfolios berücksichtigt:

1. Berücksichtigung des veranlagten Betrags: je niedriger das Vermögen, bzw. je kleiner eine laufende Einzahlung, desto höher ist das Risiko der Abweichung von der optimalen Allokation durch Rundungseffekte bei Anlagen in ETFs mit hohen Kurswerten. Die Optimierung erfolgt also unter Berücksichtigung des zu veranlagenden Vermögens, indem beispielsweise Mindestordergrößen von Fonds berücksichtigt werden. Da ETFs diesen Restriktionen nicht unterliegen, werden sie bevorzugt für kleine Portfolios eingesetzt.
2. Berücksichtigung von Liquiditätspräferenzen: vor allem institutionelle Investoren oder Stiftungen sind oft von ihrer Satzung her verpflichtet, laufende Erträge zu maximieren und auszuschütten und gleichzeitig Kapitalerhalt zu gewährleisten. Eine ähnliche Interessenslage mag auch für Investoren bestehen, die in die Abschichtungsphase (z.B. nach Pensionsantritt) eingetreten sind. Solche Anforderungen werden in konservativen, auf Werterhalt ausgerichteten Anlagestrategien bei Bedarf mitberücksichtigt.
3. Kunden können wählen, ob ihr Vermögen unter Berücksichtigung nachhaltiger Investmentprinzipien als sogenanntes ESG-Portfolio gemanagt werden soll. Die Berücksichtigung von ESG-Kriterien ist für jede Anlagestrategie umsetzbar. Ziel ist es, ethisch verantwortlich zu agieren, ohne dabei Performanceabstriche in Kauf zu nehmen. Mit Hilfe von ESG-Kriterien werden ökologische, soziale und Management-Risiken systematisch eliminiert, die hohes Potential für negative Kursausschläge haben, womit das Risiko/Ertragsprofil des Portfolios sich potentiell verbessert.
4. Kunden, die aggressive oder zumindest ausgewogene Anlagestrategien wählen, können darüber hinaus entscheiden, ob sie dem Einsatz der Anlageklasse „Hedgefonds und Private Equity“ in ihrem Portfolio zustimmen.



### 3 Portfoliomanagement

Savity verfolgt im Zuge der Portfoliooptimierung den Ansatz von Black-Litterman, welcher auf der Verknüpfung von Referenzrenditen mit subjektiven Renditeprognosen beruht. Im Resultat erfolgt die Optimierung ausgehend vom individuell vorgegebenen Value at Risk-Limit des Kunden („Risikobudget“) dahingehend, dass Portfolios mit höherer Sharpe-Ratio präferiert werden. Derart optimierte Portfolios weisen robuste Lösungen auf, vermeiden Shortpositionen oder Randlösungen, verzichten auf praxisferne Restriktionen, führen zu einem ausreichenden Diversifikationsgrad, orientieren sich an den angestrebten Gewichten des Investors und berücksichtigen die Tendenzen, die sich aus den individuellen Renditeerwartungen ergeben.

Das Verfahren nach Black-Litterman fundiert auf den Ansätzen der Markowitzschen Portfoliooptimierung, sowie dessen Erweiterung durch das Capital Asset Pricing Model. Die Portfoliotheorie nach Markowitz bildet im Allgemeinen das theoretische Grundgerüst zahlreicher in der Praxis zur Anwendung kommenden Portfoliomanagementverfahren und hat die bestmögliche Kombination von Anlagealternativen zur Bildung eines optimalen Portfolios zum Gegenstand. Die Grundlage der modernen Portfoliotheorie basiert auf der Arbeit des US-Ökonomen Harry Markowitz, welcher 1952 erstmals die Vorteilhaftigkeit eines diversifizierten Portfolios gegenüber einzelnen Finanztiteln mathematisch darlegte.

#### 3.1 Portfoliotheorie nach Markowitz

In der Ermittlung der optimalen Portfoliostruktur gilt es die Erwartungswerte der Wertpapierrenditen, sowie deren Varianzen als Risikomaß für einzelne Wertpapierkombinationen zu ermitteln. Die erwartete Portfoliorendite ergibt sich als der gewichtete Durchschnitt der erwarteten Renditen der im Portfolio enthaltene Finanzierungstitel, welcher sich mathematisch wie folgt darstellt:

$$E(r_p) = \sum_{j=1}^N x_j E(r_j) \quad (1)$$

mit

$x_j$  = Gewichtung des Wertpapiers  $j$  am Gesamtanteil des Portfolios,

$E(r_j)$  = erwartete Rendite des Wertpapiers  $j$ ,

wobei sich  $E(r_j)$  aus historischen Daten ermittelt:

$$E(r_j) = \frac{1}{n} \sum r_{jt} \quad (2)$$

In der Annahme eines vollinvestierten Portfolios ergibt sich die Forderung  $\sum_{j=1}^N x_j = 1$ . Des Weiteren sind Leerverkäufe auszuschließen, welche sich in negativen Gewichtungsfaktoren niederschlagen würden. Somit gilt  $x_j \geq 0$ .

Der Streuungsparameter Varianz ist eine Maßzahl zur quantitativen Risikomessung und definiert sich als die erwartete quadrierte Abweichung der Renditen von ihrem Erwartungswert. Für die Varianz eines Wertpapiers  $j$  gilt:

$$\sigma_j^2 = \frac{1}{n-1} \sum (r_{jt} - E(r_j))^2 \quad (3)$$

Die Standardabweichung stetiger Renditen wird in der Finanzwirtschaft auch als Volatilität bezeichnet und ermittelt sich für ein Wertpapier  $j$  wie folgt:

$$\sigma_j = \sqrt{\sigma_j^2} \quad (4)$$

Zur Messung des linearen Zusammenhangs zwischen Wertpapieren wird die Kovarianz herangezogen, welche sich dieserart darstellt:

$$Cov(j, k) = \frac{1}{n-1} \sum (r_{jt} - E(r_j))(r_{kt} - E(r_k)) \quad (5)$$

Unter der Berücksichtigung der Rechenregeln für Varianzen ergibt sich für die Portfoliovarianz:

$$\sigma(r_p)^2 = \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N x_j x_k Cov(r_j, r_k) \quad (6)$$

Das Portfoliorisiko hängt folglich nicht nur von der Varianz der Renditen der einzelnen Finanzierungstitel, sondern auch von der Kovarianz der Renditen zwischen diesen Finanzierungstiteln ab. Die Reduktion des Risikos, der sogenannte Diversifikationseffekt, ist dabei umso größer, je geringer die Kovarianz der Titel zueinander ausgeprägt ist. Des Weiteren

nähert sich das Portfoliorisiko umso mehr der durchschnittlichen Kovarianz der Finanzierungstitel an, je höher die Anzahl der Finanzierungstitel ausfällt. Die durchschnittliche Kovarianz bildet dabei das Marktrisiko ab, welches nicht durch Diversifikation eliminiert werden kann.

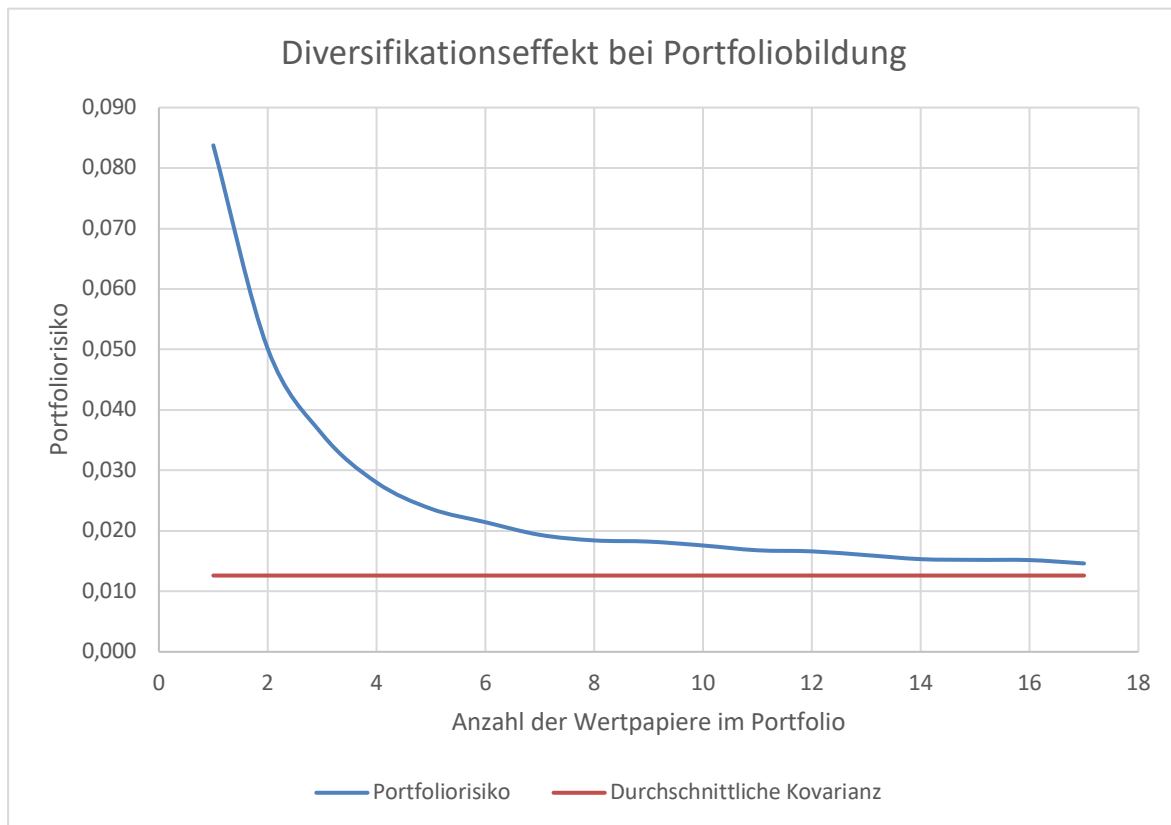


Abbildung 2: Diversifikationseffekt eines fiktiven Portfolios bei zunehmender Anzahl an Finanzierungstiteln

Ein weiteres Maß für den linearen Zusammenhang stellt der Korrelationskoeffizient dar, der einer Standardisierung der Kovarianz entspricht:

$$\rho(j, k) = \frac{\text{cov}(j, k)}{\sigma_j \sigma_k} \quad (7)$$

Die Korrelation kann sich zwischen -1 und +1 bewegen. Im Fall von -1 entspricht dies einer vollständig negativen Korrelation, und im Fall von +1 einer vollständig positiven. Es ist erstrebenswert, jene Titel in der Portfolioallokation zu berücksichtigen, die weder vollständig positiv korrelieren, also die Varianz nicht durch Portfoliobildung sinken würde, noch vollständig negativ korrelieren und dadurch Erträge des einen Titels durch Verluste des anderen kompensiert werden.

Aufbauend auf diesen Eigenschaften besteht die zentrale Fragestellung, welche Kombination von riskanten Finanzierungstiteln der Zielsetzung eines Investors folgt. Die Portfoliotheorie führt hier zu einem Optimierungsproblem, welches je nach Einstellung des Investors die Minimierung des Risikos bei gegebener erwarteter Portfoliorendite, oder die Maximierung der Rendite bei gegebenem Risiko zum Ziel hat. Das Minimierungsproblem unter gegebener erwarteter Portfoliorendite stellt sich mathematisch wie folgt dar:

$$\min \sigma(r_p)^2 = \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N x_j x_k \text{Cov}(r_j, r_k) \quad (8)$$

unter der Bedingung, dass

$$E(r_p) = \sum_{j=1}^N x_j E(r_j)$$

$$\sum_{j=1}^N x_j = 1$$

mit

$x_j \geq 0$ , sofern Leerverkauf ausgeschlossen.

Wird im Zuge der Risikominimierung von der Definition eines Renditezieles abgesehen, führt die Lösung des Optimierungsproblems zum Minimum-Varianz-Portfolio mit dem Portfoliorisiko  $\sigma(r_{MVP})$ .

Für die Maximierung der Rendite bei gegebenem Risiko gilt:

$$\max E(r_p) = \sum_{j=1}^N x_j E(r_j) \quad (9)$$

unter der Bedingung, dass

$$\sigma(r_p)^2 = \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N x_j x_k \text{Cov}(r_j, r_k)$$

$$\sum_{j=1}^N x_j = 1$$

mit

$x_j \geq 0$ , sofern Leerverkauf ausgeschlossen.

Unter Berücksichtigung der erwarteten Portfoliorendite und des Portfoliorisikos für unterschiedliche Anteile der Finanzierungstitel, lässt sich die sogenannte Markowitz Portfoliomöglichkeitenkurve darstellen. Sie bildet einen Hyperbelast, welcher für jedes Risiko  $\sigma(r_p)$ , das höher ist als  $\sigma(r_{MVP})$ , bei erlaubten Leerverkauf, zwei Lösungen aufweist. Ein rationaler Investor wird sich bei gegebenem Risiko stets für jene Portfoliokombination mit der maximalen erwarteten Rendite, also jene Kombination auf dem aufsteigenden Ast der Portfoliomöglichkeitenkurve, entscheiden. Jedes Portfolio auf dieser Effizienzkurve gewährleistet eine maximale erwartete Rendite bei gegebenem Risiko, sowie ein minimales Risiko bei gegebener erwarteter Rendite.

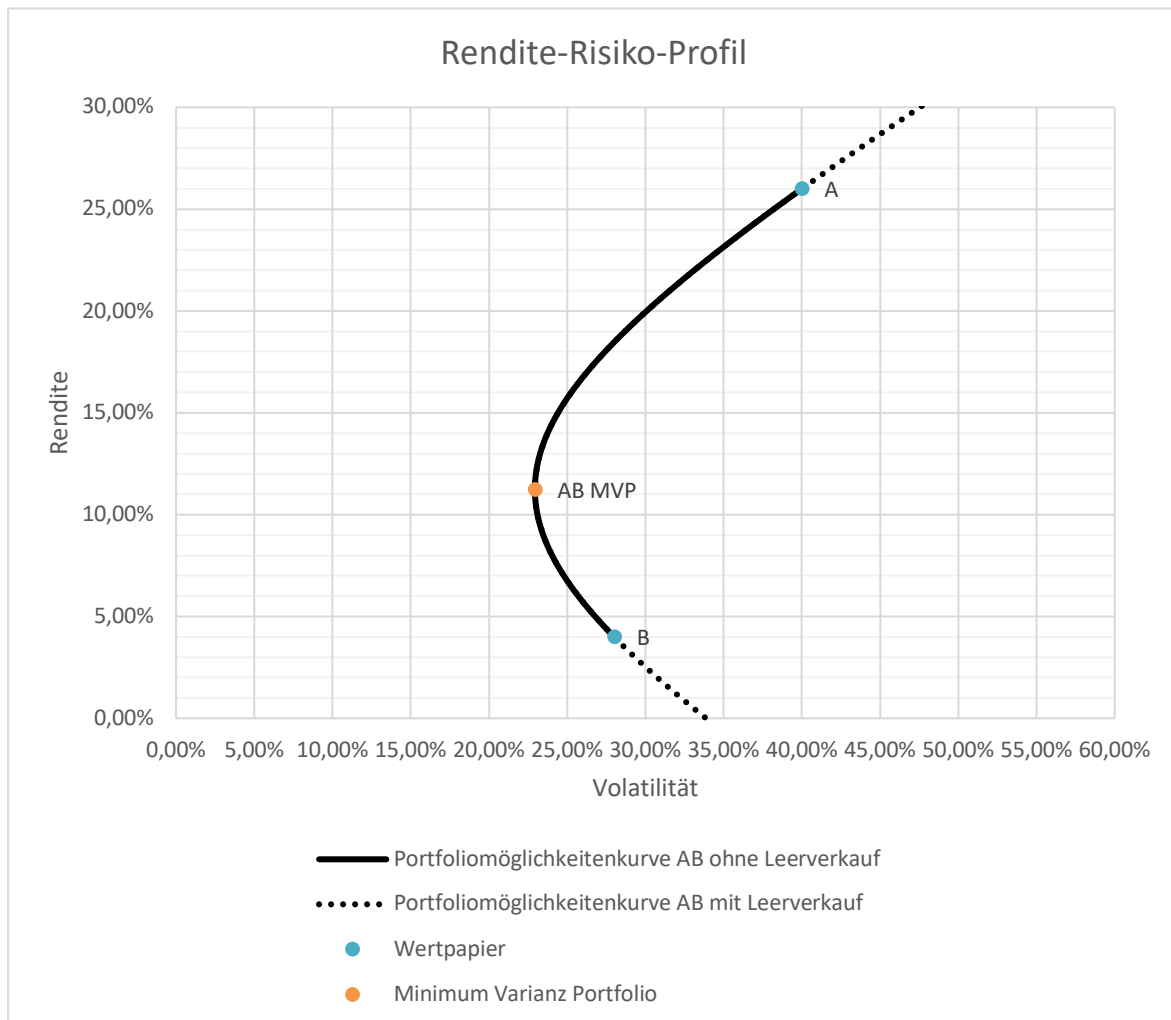


Abbildung 3: Rendite-Risiko-Profil eines fiktiven Wertpapierportfolios bestehend aus zwei riskanten Finanzierungstiteln

Im Resultat ermöglicht Diversifikation nicht nur erwartete Rendite- und Risikoniveaus, welche zwischen den erwarteten Rendite- und Risikoniveaus der einzelnen Finanzierungstitel

liegen, sondern erlaubt auch die Erzielung eines Portfoliorisikos, das unter dem geringsten Risiko der einzelnen Finanzierungstitel liegt. Des Weiteren ermöglicht Diversifikation eine höhere erwartete Rendite bei gleichem Risiko, wobei unter zugelassenen Leerverkäufen auch Renditen erzielt werden können, die über der maximalen erwarteten Rendite einzelner Finanzierungstitel liegen.

Zwar gilt der Ansatz von Markowitz als unbestritten und hat sich vor allem im wissenschaftlichen Bereich als bewährte Theorie durchgesetzt, die Implementierung in der Realität erweist sich jedoch als problematisch.

Als Inputdaten sind zunächst die Renditekennziffern Erwartungswert, Varianz sowie Kovarianz bereitzustellen, welche aus der detaillierten Wertpapierstudie gewonnen werden. In der Praxis werden diese Daten dabei auf Basis von Vergangenheitswerten ermittelt und dienen der Einschätzung von zukünftigen Ermittlungen. Damit wird also explizit angenommen, dass zukünftige Renditerealisationen von historischen Renditen geschätzt werden. Durch diese Methodik kommt es zu einem Ansatz, welcher erheblichen Verzerrungen durch Schätzfehler unterliegen kann. Kommt es nun zu geringfügigen Änderungen in den Eingabeparameter Risiko und Rendite, führt dies zu großen Abweichungen in der Ausgabegröße und potentiellen extremen Portfoliogewichten. Aufgrund dieser Instabilität der Portfoliozusammensetzung kommt der Gewinnung aussagekräftiger Inputgrößen eine wesentliche Bedeutung zu, da allfällige Änderungen der Kennzahlen unter Umständen in einer völlig neuartigen Portfoliozusammensetzung resultieren. Die damit verbundene höhere Belastung durch Transaktionskosten erfordert Maßnahmen wie die Festlegung von Restriktionen für die Toleranz der Umschichtung.

Das Anlagevolumen konzentriert sich des Weiteren häufig auf wenige Assets mit hohen Gewichten, weshalb optimierte Portfolios oft extreme Allokationen besitzen. Daraus resultierend, liegt ein geringer Diversifikationsgrad vor, wodurch sich die Zusammensetzung entlang der Effizienzkurve stark verändert. Werden Leerverkäufe zugelassen, sodass  $X_i \geq 0$  nicht gilt, führt dies mitunter auch zu enormen negativen Portfoliogewichten. Große Leerverkaufspositionen stellen in der praktischen Umsetzung jedoch keine realistische Investmentstrategie dar und sind dementsprechend schwierig gegenüber dem Kunden zu rechtfertigen.

Bereits 1989 erkannte Richard O. Michaud, dass Fehlspezifikationen in den Inputgrößen gravierende Konsequenzen für das optimale Portfolio besitzen. Dabei haben Fehler bei der Spezifikation der Erwartungswerte etwa zehnmal so hohe Auswirkungen als Fehler in den

Spezifikationen der Varianzen und Kovarianzen. Somit wird der möglichst korrekten Spezifikation der Renditeerwartungen eine große Rolle im Hinblick auf die Validität der Ergebnisse der Portfoliooptimierung zugeschrieben. Die optimale Lösung übergewichtet somit Wertpapiere mit hohen geschätzten Renditen, negativer Korrelationen und geringen Varianzen. Im Gegenzug werden Titel mit niedrigen erwarteten Renditen, positiven Korrelationen und hohen Varianzen oft untergewichtet. Allerdings sind Titel mit extremen erwarteten Renditen meist genau jene, welche von Schätzfehlern betroffen sind. Um extreme Gewichtungen zu verhindern, wird oft geraten Nebenbedingungen, wie z.B. die Nichtnegativitätsbedingung, in die Optimierung zu implementieren. Weitere Nebenbedingungen entstehen durch individuelle Präferenzen des Investors und durch rechtliche Einschränkungen. Diese Gewichtungen unter Nebenbedingungen sind allerdings abermals schwer in ein Portfolio zu implementieren, da auch sie oft unangemessene Gewichtungen auf eine nur kleine Teilmenge an Wertpapieren beinhalten.

In der Praxis greifen trotz genannter Umstände dennoch zahlreiche Finanzdienstleister auf die Markowitzsche Optimierung zurück. Wohlwissend um die Schwächen der Portfoliotheorie geht Savity jedoch einen anderen Weg und implementiert die Portfoliotheorie nach Markowitz lediglich als Grundgerüst in ihrem Investmentprozess und erweitert dieses um weitere Ansätze.

### 3.2 Portfoliotheorie nach Tobin

Aufbauend auf den Erkenntnissen der Portfoliotheorie von Markowitz erweiterte Tobin (1958) das Konzept der Effizienzkurve, bisher ausschließlich bestehend aus riskanten Finanzierungstiteln, um einen risikolosen Finanzierungstitel, zu welchem Investoren uneingeschränkt Kapital anlegen oder aufnehmen können. Risikolose Finanzierungstitel entsprechen Positionen am Geldmarkt, deren Laufzeiten dem Planungshorizont des Investors entsprechen bzw. Positionen am Anleihenmarkt ohne Bonitätsrisiko, bei welchen die Restlaufzeit ebenfalls dem Planungshorizont des Investors entspricht, wobei hierbei keine zwischenzeitlichen Zahlungen anfallen.

Im Zuge der Portfoliotheorie nach Tobin wird eine optimale Kombination zwischen risikoloser Anlage  $r$  und einem effizienten, riskanten Portfolio  $X$  angestrebt. Dieser Zusammenhang fällt unter den Begriff der Tobin-Effizienzlinie, oder auch Kapitalmarktklinie (KML) genannt, und stellt sich mathematisch wie folgt dar:

$$E(r_p) = r + \frac{E(r_x) - r}{\sigma(r_x)} \times \sigma(r_p) \tag{10}$$

Der Ausdruck  $\frac{E(r_x) - r}{\sigma(r_x)}$  entspricht der Sharpe Ratio und drückt das Verhältnis von erwarteter Risikoprämie zu Risiko aus, welches gleichzeitig die Steigung der Kapitalmarktlinie ausgehend vom risikolosen Zinssatz  $r$  abbildet. Es ergibt sich im Hinblick auf Risiko und Ertrag ein Optimierungsproblem, nach welchem die Steigung der KML unter der Bedingung zu maximieren ist, dass das riskante Portfolio  $X$ , auch Tangentialportfolio  $M$  genannt, auf der Markowitz-Effizienzkurve liegt. Das optimale Portfolio entspricht daher jenem mit der höchsten Sharpe Ratio.

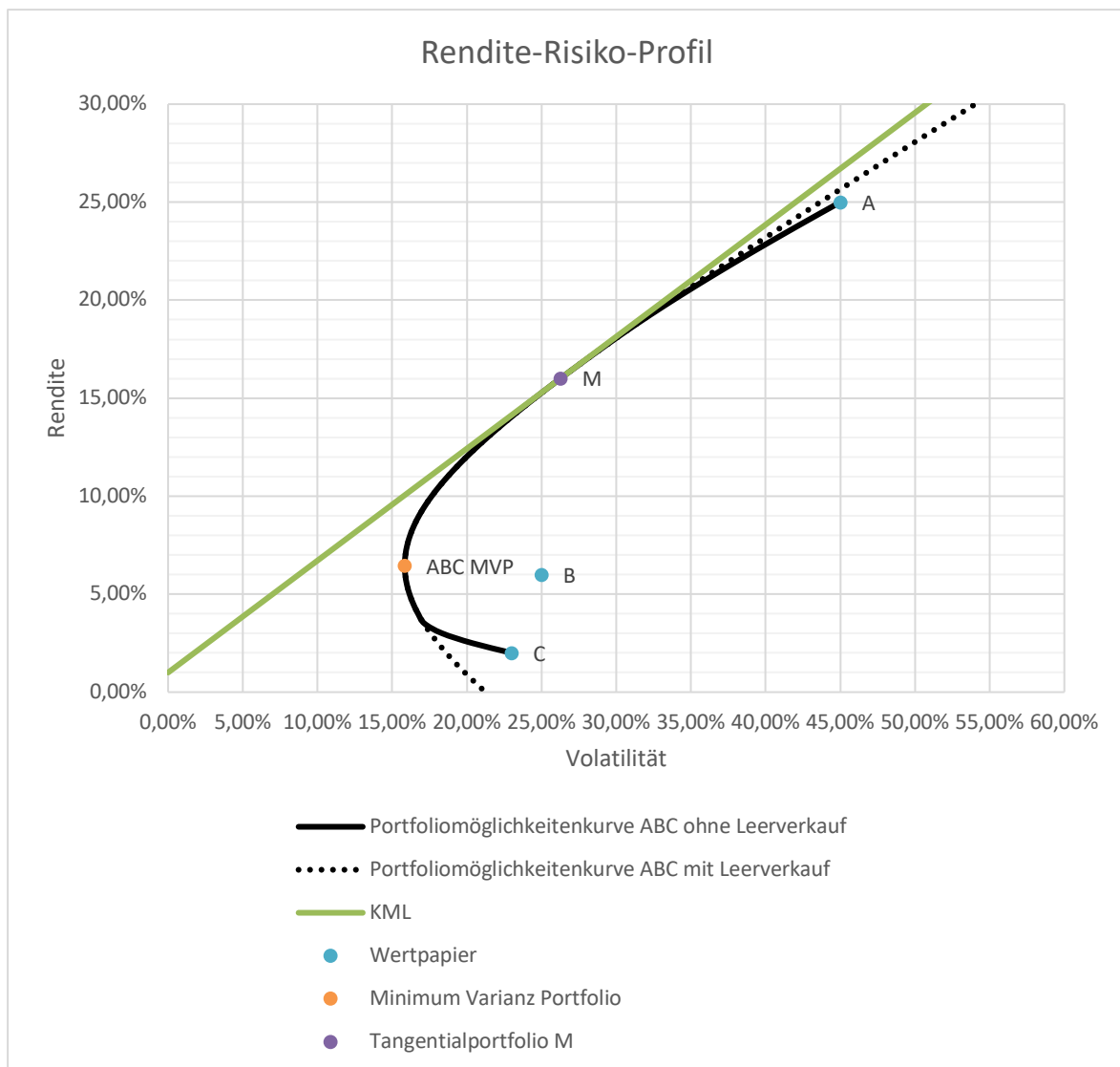


Abbildung 4: Rendite-Risiko-Profil eines fiktiven Portfolios bestehend aus drei riskanten Finanzierungstitel und einer risikolosen Veranlagung



Das Optimierungsproblem stellt sich wie folgt dar:

$$\max \frac{E(r_x) - r}{\sigma(r_x)} \quad (11)$$

unter der Bedingung, dass

$$E(r_x) = \sum_{j=1}^N x_j E(r_j)$$

$$\sigma(r_x)^2 = \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^N x_j x_k \text{Cov}(r_j, r_k)$$

$$\sum_{j=1}^N x_j = 1$$

mit

$x_j \geq 0$ , sofern Leerverkauf ausgeschlossen.

Als Resultat der Maximierung der Sharpe Ratio liegt die optimale Lösung der Portfolioallokation, abhängig von den Präferenzen des Investors, stets entlang der KML. Das Optimum errechnet sich dabei entweder für eine gegebene erwartete Portfoliorendite  $E(r_p)$ , wodurch gilt:

$$\sigma(r_p) = r + \frac{E(r_p) - r}{E(r_x) - r} \times \sigma(r_x) \quad (12)$$

oder für ein gegebenes Portfoliorisiko  $\sigma(r_p)$ :

$$E(r_p) = r + \frac{E(r_x) - r}{\sigma(r_x)} \times \sigma(r_p) \quad (13)$$

Die Lösung enthält die optimale Rendite-Risikokombination des riskanten Portfolios  $X$ , sowie dessen Portfoliogewichten, und ermöglicht schließlich die Ermittlung der Anteile des risikolosen und des riskanten Finanzierungstitels

Im Resultat ermöglicht die Berücksichtigung eines risikolosen Zinssatzes im Vergleich zur Markowitz-Effizienzkurve bei gleichem Risiko eine höhere erwartete Rendite. Des Weiteren

wird bei gleicher erwarteter Rendite ein geringeres Risiko erreicht, wobei auch Risikoniveaus unterhalb der MVP-Portfolios erreicht werden können.

### 3.3 Moderne Kapitalmarkttheorie

Das auf Sharpe (1964), Lintner (1965), und Treynor (1961, 1962) zurückgehende Capital Asset Pricing Model (CAPM) basiert auf dem Konzept der Kapitalmarktlinie und dient zur Bestimmung einzelner Wertpapierpreise im Gleichgewicht. Es handelt sich dabei um ein einperiodiges Gleichgewichtsmodell, welches die Abhängigkeit der Rendite eines riskanten Finanzierungstitels von nur einer einzigen Risikoeinflussgröße beschreibt, wodurch das CAPM den Ein-Faktor-Modellen zuzurechnen ist.

Aufbauend auf der Annahme homogener Erwartungen in Bezug auf Wertpapierrenditen, deren Varianzen und linearen Abhängigkeiten, sowie weiteren Vereinfachungen, wie dem Kapitalmarktgleichgewicht und der Unterstellung risikoaverser Investoren, halten im CAPM alle Investoren eine Kombination aus dem riskanten Tangentialportfolio  $M$  und einer sicheren Anlage  $r$ . Das Tangentialportfolio entspricht dem Marktportfolio, in welchem alle Wertpapiere entsprechend ihres Anteils an der Gesamtmarktkapitalisierung enthalten sind. In dem unterstellten Marktgleichgewicht passen sich Angebot und Nachfrage derart an, sodass markträumende Preise vorherrschen.

Das Marktportfolio, sowie die weiteren Annahmen des CAPM stellen dabei eine Vereinfachung der Realität dar. Nicht alle Investoren weisen dieselbe Erwartungshaltung auf, genauso wie offensichtlich nicht alle Investoren auf das Marktportfolio zurückgreifen. Da dies sämtliche verfügbaren Wertpapiere und Investitionsmöglichkeiten umfasst, ist dessen Erwerb in der Praxis schwer umsetzbar. Das CAPM dient daher nicht zur exakten Beschreibung der Realität, sondern liefert unter Berücksichtigung der restriktiven Annahmen ein in sich schlüssiges Theoriegebäude. Vor diesem Hintergrund erfolgt der Rückgriff von Savity auf das sogenannte Globale Marktportfolio, welches sich aus Assetklassen und Wertpapieren zusammensetzt, die unabhängig von lokaler Einflussnahme (z.B. nationale Steuerregime) für globale Investoren ohne Barrieren (z.B. FX-Restriktionen) investierbar sind.

Unter Berücksichtigung der Frage, welche Auswirkungen das Verhalten von Investoren auf Gleichgewichtsrenditen riskanter Finanzierungstitel  $r_j$  mit sich bringen, und dem damit einhergehenden analytischen Herleitungsprozess, erfolgt nach dem CAPM eine Investition in risikobehaftete Anlagen nur dann, sofern zusätzliches Risiko ausreichend entschädigt wird. Nach dem CAPM setzt sich die erwartete Rendite eines risikobehafteten Wertpapiers im

Marktgleichgewicht aus dem risikolosen Zinssatz und einer Risikoprämie zusammen. Der formale Zusammenhang stellt sich dabei wie folgt dar:

$$E(r_j) = r + \frac{E(r_M) - r}{\sigma(r_M)} \times \sigma(r_j) \times \rho(r_j, r_M) \quad (14)$$

mit

$E(r_j)$  = Rendite eines risikobehafteten Wertpapiers  $j$ ,

$E(r_M)$  = Rendite des Marktportfolios,

$E(r_M) - r$  = erwartete Risikoprämie am Kapitalmarkt,

$\sigma(r_M)$  = Risiko des Kapitalmarktes,

$\frac{E(r_M) - r}{\sigma(r_M)}$  = erwarteter Marktpreis für das Risiko pro Risikoeinheit,

$\sigma(r_j)$  = Gesamtrisiko des Wertpapiers  $j$ ,

$\sigma(r_j) \times \rho(r_j, r_M)$  = Systematisches Risiko des Wertpapiers  $j$ ,

$\frac{E(r_M) - r}{\sigma(r_M)} \times \sigma(r_j) \times \rho(r_j, r_M)$  = Risikoprämie des Wertpapiers  $j$ .

Unter Vornahme einer Normierung des systematischen Risikos resultiert das Capital Asset Pricing Modell in Form der Wertpapiermarktlinie:

$$E(r_j) = r + [E(r_M) - r] * \beta_j \quad (15)$$

mit

$\beta_j$  = Betafaktor zur Messung des systematischen Risikos des Wertpapiers  $j$ .

Im Resultat besteht daher ein linearer Zusammenhang zwischen erwarteter Rendite und systematischem Risiko. Der Betafaktor ist als Maßzahl der Sensitivität zu interpretieren und gibt die Veränderung der erwarteten Rendite eines Wertpapiers  $j$  in Prozent bei einer Veränderung der erwarteten Rendite des Marktportfolios um ein Prozent an.

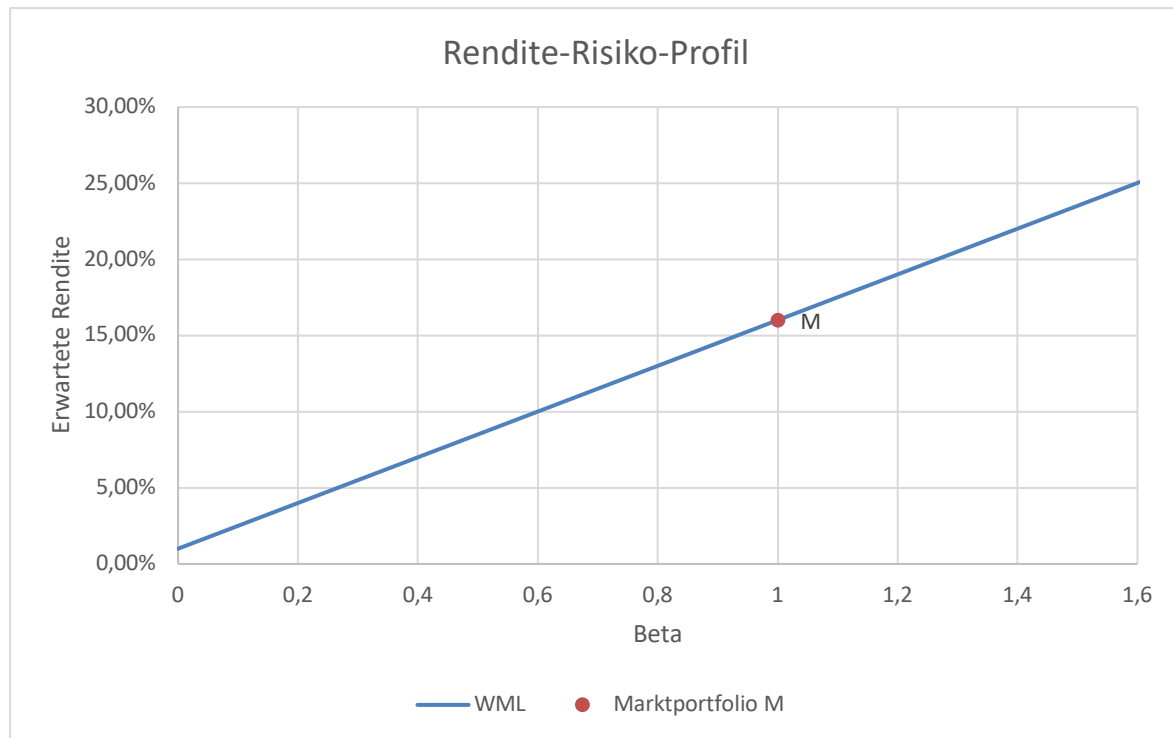


Abbildung 5: Wertpapiermarktlinie bestehend aus drei riskanten Finanzierungstitel und einer risikolosen Veranlagung

Analog zu Markowitz basiert auch das Capital Asset Pricing Modell auf ex-ante Größen. Da Erwartungswerte in der Realität allerdings nicht ohne weiteres messbar sind, besteht auch hierbei eine Problematik in der praktischen Anwendung. Ähnlich verhält es sich mit dem Betafaktor, da auch in diesem Fall Schätzungen vorzunehmen sind. Aufgrund des starken Vergangenheitsbezuges genannter Verfahren und der damit einhergehenden Implizierung konstanter Eigenschaften von Wertpapierrenditen im Zeitverlauf bezieht Savity in seinen Investmentprozess subjektive künftige Renditeerwartungen mit ein. Diese resultieren aus den hauseigenen Makro-Outlook-Modellen und dienen als Inputdaten für das in der Optimierung zur Anwendung kommende Verfahren nach Black-Litterman.

### 3.4 Black-Litterman

Wissend um die Schwächen der bisher genannten Ansätze wurde zu Beginn der 1990er Jahre das Black-Litterman-Verfahren als mathematisches Modell zur Berechnung der Asset Allocation von Fischer Black und Robert Litterman entwickelt. Dabei wurde angestrebt, die bei der Anwendung der bisherigen Verfahren in der Praxis auftretenden Probleme zu lösen oder abzuschwächen. Das Hauptziel bestand in der Umgestaltung der Modelle der klassischen Portfoliooptimierung, um schließlich ein in der Praxis anwendbares und taugliches Optimierungsmodell zu erhalten.

Das Black-Litterman-Verfahren basiert auf der Kombination der Mean-Variance Optimierung von Markowitz mit den Grundannahmen des Capital Asset Pricing Models von Sharpe und Lintner, welche um subjektive Renditeprognosen ergänzt wird. Es handelt sich folglich um kein neues eigenständiges Modell, sondern um eine Ergänzung der bisherigen Ansätze. Im genaueren basiert das Verfahren von Black und Litterman auf zwei Bestandteilen, welche in der folgenden Abbildung veranschaulicht werden.

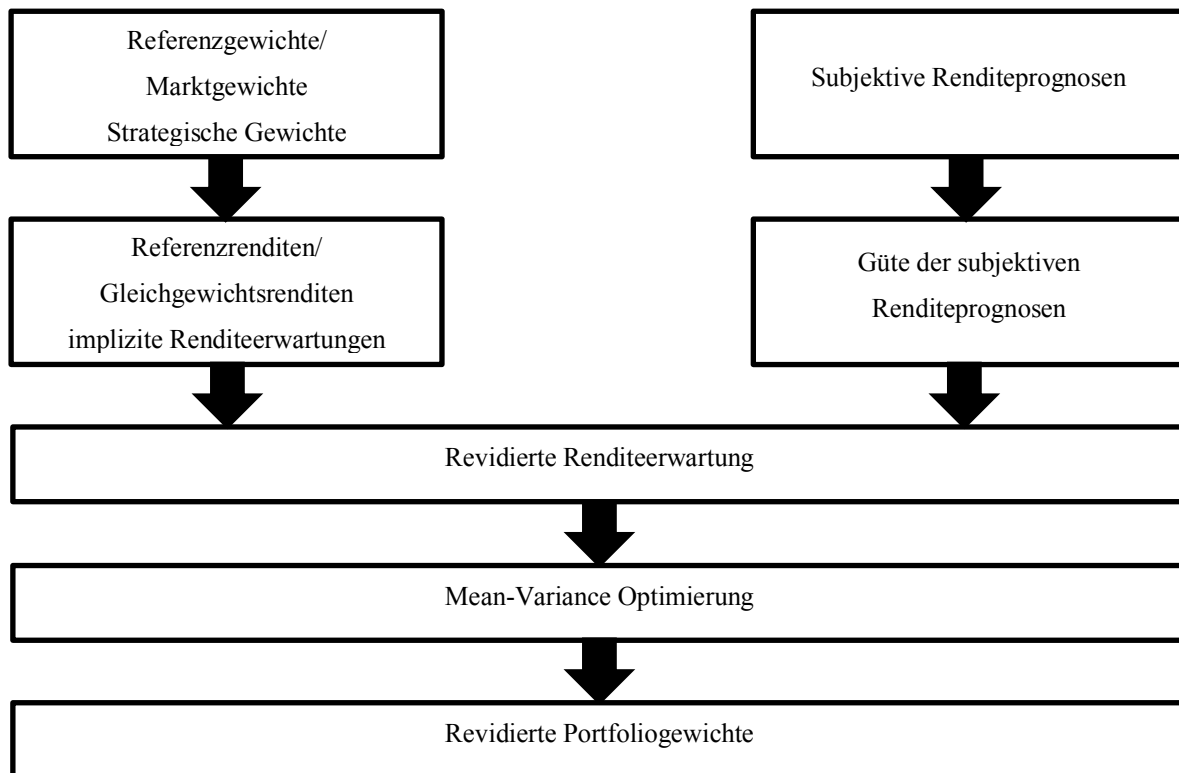


Abbildung 6: Black-Litterman-Verfahren

Das Black-Litterman-Verfahren zielt darauf ab, Referenzrenditen mit subjektiven Renditeprognosen zu verknüpfen. Referenzrenditen können unter anderem über das CAPM aus dem Marktportfolio abgeleitete Gleichgewichtsrenditen sein, oder langfristigen Renditeerwartungen, die sich aus einer anfänglich definierten strategischen Asset Allocation eines Portfoliomanagers ergeben, entsprechen. Parallel dazu gilt es die persönlichen Erwartungen des Investors hinsichtlich der künftigen Renditeentwicklung zu definieren. Die Schwierigkeit der Prognose besteht hierbei darin, dass neben der Höhe der zu prognostizierenden Rendite auch die Sicherheit der Prognose zu quantifizieren ist. Während Referenzrenditen also die strategische, langfristige Komponente zum Ausdruck bringen, stellen individuelle Prognosen die taktische eher kurzfristige Komponente der Asset Allocation dar. Beide Parameter werden anfangs getrennt voneinander ermittelt und schlussendlich konsistent miteinander

zur sogenannten Black-Litterman-Rendite, welche die gesuchte revidierte Renditeerwartung darstellt, verknüpft.

### 3.4.1 Referenzrenditen

Ausgangspunkt zur Bestimmung der Referenzrenditen bilden entweder das Marktportfolio bzw. die Gleichgewichtsrenditen, wie sie aus dem Capital Asset Pricing Modell errechnet werden, oder die langfristigen Renditeerwartungen eines Portfoliomanagers. Black und Litterman selbst empfehlen jedoch auf Marktgewichte zurückzugreifen, da sich im Marktgleichgewicht die Renditeerwartungen des kapitalisierungsgewichteten Marktportfolios derart anpassen, dass das Marktportfolio jenem Portfolio entspricht, welches die Gesamtheit der Investoren zu halten anstrebt. Somit ist der Kapitalmarkt geräumt und es wird von neutralen Referenzrenditen gesprochen.

Die Ermittlung der Referenzrenditen erfolgt auf Basis einer Umkehroptimierung (Reverse Optimization), welche sich aus der Mean-Variance-Bewertungsfunktion aus der Portfoliotheorie nach Markowitz ergibt. Die mathematische Darstellung der neutralen Referenzrenditen ergibt sich durch die Umformung der herkömmlichen geschlossenen Gleichung nach Markowitz für den optimalen Gewichtungsvektor  $w^*$ . Ohne Leerverkaufsrestriktionen ergibt sich für das optimale Portfolio:

$$\max w' \Pi - \frac{\lambda w' \Sigma w}{2} \quad (16)$$

mit

$w$  = zu optimierende  $n \times 1$  Vektor mit Portfoliogewichten,

$\Pi$  =  $n \times 1$  Vektor der Referenzrenditen,

$\lambda$  = Risikoaversionskoeffizient,

$\Sigma$  =  $n \times n$  Varianz-Kovarianz-Matrix der realisierten historischen Renditen.

Die Maximierung der Funktion nach den Portfoliogewichten  $w$  führt zur optimalen Portfoliostruktur nach Markowitz. Die formale Darstellung ergibt sich wie folgt:

$$w^* = (\lambda \Sigma)^{-1} \Pi \quad (17)$$

mit

$w^*$  = n x 1 Vektor mit optimaler Portfoliogewichtung.

Im Zuge der folgenden Reverse Optimization erfolgt eine Umformung der Funktion der optimalen Portfoliostruktur, sodass ausgehend von der optimalen Portfoliogewichtung  $w^*$  die Renditen  $\Pi$  ermittelt werden. Die Portfoliogewichte sind aus der Marktkapitalisierung abzuleiten und werden als gegeben betrachtet. Gesucht sind die Portfoliorenditen, welche den Referenzrenditen nach Black-Litterman entsprechen.

Die Auflösung von ( ) nach den Portfoliorenditen ergibt:

$$\Pi^* = \Sigma w \lambda \quad (18)$$

mit

$\Pi^*$  = n x 1 Vektor mit Gleichgewichtsrenditen.

Die errechnete Rendite  $\Pi^*$  ist auch als optimale Portfoliorendite definiert. Der Koeffizient der relativen Risikoaversion  $\lambda$  fungiert in der Umkehroptimierung als Skalierungsgröße, wobei ein höheres  $\lambda$  einer höheren Rendite pro Risiko entspricht und resultiert somit in höher geschätzten implizierten Renditen  $\Pi^*$ .

Der Risikoaversionskoeffizient stellt sich mathematisch wie folgt dar:

$$\lambda = \frac{E(r_M) - r_f}{\sigma_M^2} \quad (19)$$

mit

$E(r_M)$  = Erwartete Marktrendite,

$r_f$  = risikofreier Zinssatz,

$\sigma_M^2$  = Varianz des Marktes.

### 3.4.2 Subjektive Renditeprognosen

Zur Generierung effizienter und stabiler Portfolioallokationen sieht das Black-Litterman-Verfahren im nächsten Schritt die Verknüpfung der neutralen Referenzrenditen mit individuellen Prognosen des Investors vor, wodurch eine konsistente Anpassung der Renditeerwartung an subjektive Markteinschätzungen erfolgt.

Das Modell erlaubt sowohl die Verwendung absoluter, als auch relativer Prognosevorgaben. Absolute Prognosen beziehen sich dabei stets auf ein bestimmtes Asset oder eine bestimmte Assetklasse, wohingegen relative Prognosen weitere Assets oder Assetklassen als Referenzpunkt miteinbeziehen.

### 3.4.2.1 Komponenten der Prognose

Prognosen werden im Black-Litterman Modell als unterschiedliche Linearkombinationen der verschiedenen Anlagekategorien ausgedrückt und können folgendermaßen dargestellt werden:

$$P * E(R) = Q + \varepsilon \quad (20)$$

mit

$P = k \times n$  Prognosematrix,

$E(R)$  = Erwartungswert der Renditen,

$Q = k \times 1$  Vektor der subjektiven Rendite Prognosen,

$\varepsilon = k \times 1$  Fehlertermvektor.

Die Prognosematrix definiert sich wie folgt:

$$P = \begin{pmatrix} p_{1,1} & \cdots & p_{1,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{k,1} & \cdots & p_{k,n} \end{pmatrix} \quad (21)$$

Absolute Prognosen, welche nur eine Anlageklasse betreffen, werden innerhalb der Matrix durch den Wert 1 dargestellt, während die verbleibenden Assetklassen durch den Wert 0 ausgedrückt werden. Im Falle relativer Prognosen, welche sich aus zwei oder mehr Anlageklassen ergeben, hat die Summe der Elemente innerhalb der einzelnen Zeilen den Wert 1 zu ergeben. Dies ist aus dem Umstand abzuleiten, dass outperformte Assets eine positive Gewichtung gegenüber underperformten Assets enthalten.

### 3.4.2.2 Schätzfehlermatrix

Der Schätzfehler  $\varepsilon$  stellt ein Maß für die Güte der Prognose dar, wobei ein niedriger Schätzfehler auf eine hohe Prognosegüte des Investors hindeutet.  $\varepsilon$  beschreibt einen zufälligen  $k \times 1$  Vektor, welcher einer Normalverteilung mit Erwartungswert von 0 und einer Kovarianz-



Matrix  $\Omega$  folgt.  $\Omega$  bezeichnet eine Diagonalmatrix, bei welcher die Elemente der Hauptdiagonale den Schätzfehlern entsprechen. Elemente außerhalb der Hauptdiagonale nehmen aufgrund der Annahme, dass Prognosefehler nicht korrelieren und damit voneinander unabhängig sind, den Wert null an. Die Quantifizierung von  $\Omega$  unterliegt mehreren Möglichkeiten und kann unter anderem über die Verwendung von Konfidenzintervallen, oder über die Annahme, dass die Varianz der Prognosen proportional zur Varianz der Referenzrenditen ist, erfolgen.

Der Einsatz eines Konfidenzintervalls zur Ermittlung der Schätzfehler geht auf Drobetz (2004) zurück und lässt unter der Bedingung, dass Renditeerwartungen einer Normalverteilung unterliegen, Aussagen über die Schwankungsbreite erwarteter Renditen zu. Die Definition einer Prognose erfolgt dabei über die Richtung und ihre Höhe. Für die Ermittlung der Schätzfehlermatrix gilt es in weiterer Folge eine Schwankungsbreite, sowie ein Konfidenzintervall zu bestimmen, welche der Güte der Prognose entsprechen und sich aus der subjektiven Einschätzung ableiten.

Nach Definition der erforderlichen Parameter, lässt sich die Varianz unter Berücksichtigung der z-Transformation bestimmen:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \sim N(0,1) \quad (22)$$

Die Wahrscheinlichkeit für ein Ereignis, welches im Intervall  $[x,y]$  liegt, entspricht durch folgende Umrechnung einer Wahrscheinlichkeit der Standardnormalverteilung:

$$P(x \leq X \leq y) = \Phi\left(\frac{y - \mu}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right) \quad (23)$$

Die A-Priori-Definition des Konfidenzintervalls, der erwarteten Rendite, sowie der Spanne erlaubt die Auflösung der Gleichung nach  $\sigma$ . Das Quadrat der Standardabweichung ergibt sodann die Varianz des Schätzfehlers, welche abschließend für jede einzelne Prognose als Element der Hauptdiagonale in die Diagonalmatrix  $\Omega$  zu integrieren ist.

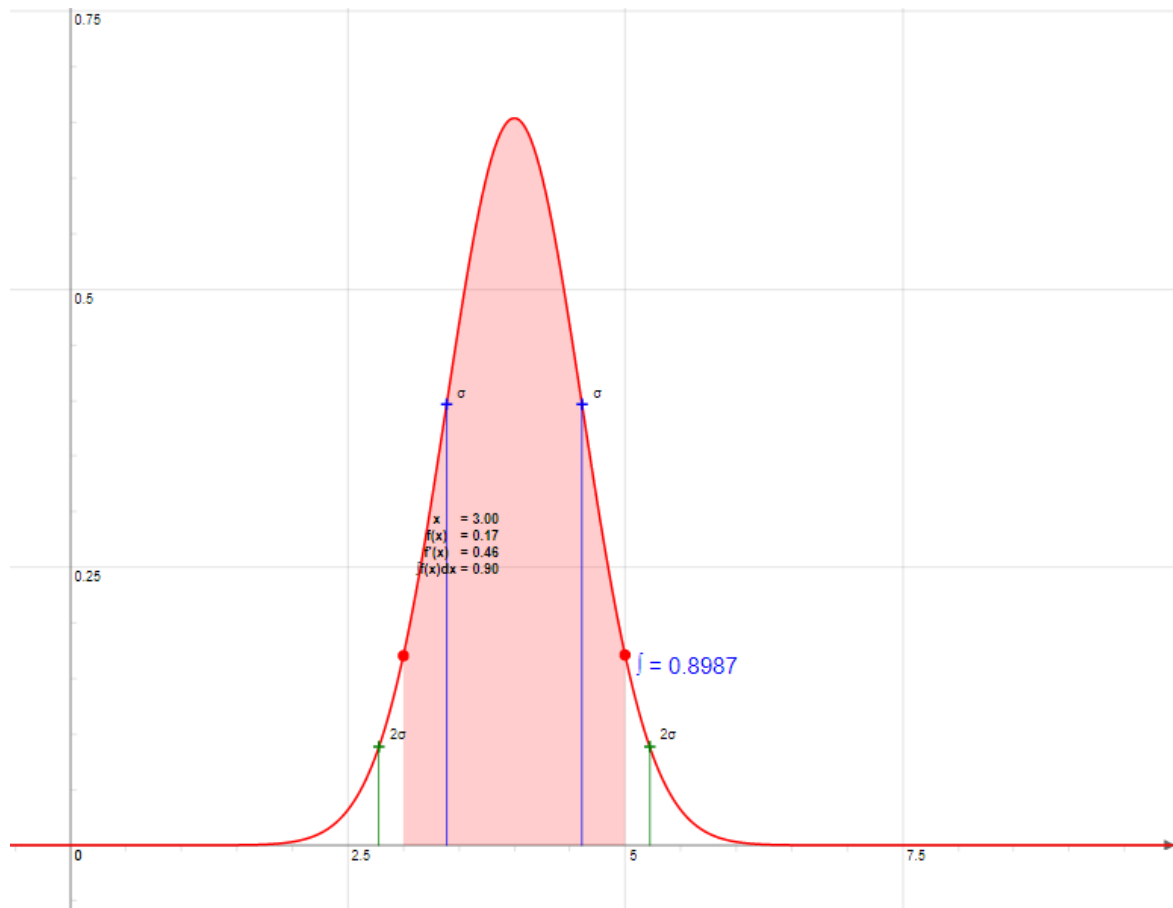


Abbildung 7: Konfidenzintervalle für Schätzfehler

Im Vergleich dazu, basiert die Ermittlung von  $\Omega$  nach He und Litterman (1999) auf der Annahme, dass sich die Varianzen der Einschätzungen proportional zu den Varianzen der Referenzrenditen verhalten und demnach der Varianz der Verteilung der Gleichgewichtsrenditen entsprechen. In diesem Fall gilt für  $\Omega$ :

$$\Omega = \text{diag}(P(\tau\Sigma)P^T) = \begin{pmatrix} (p_1 \sum p'_1)\tau & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & (p_k \sum p'_k)\tau \end{pmatrix} \quad (24)$$

Die Sicherheit der subjektiven Prognose ist dabei von hoher Bedeutung, sodass zwischen Prognosen unter Sicherheit und Unsicherheit zu unterscheiden ist.

Eine Optimierung unter 100% Sicherheit stellt einen Sonderfall dar, bei welchem der Schätzfehler sowie die Varianzen in den Diagonalen jeweils den Wert null annehmen. Die Schätzfehlermatrix entfällt somit, wodurch der Prognosevektor  $Q$  unmittelbar in die Verteilung der Referenzrenditen übernommen werden kann.

Im Vergleich dazu resultieren Prognosen unter Unsicherheit in einem Schätzfehler  $\varepsilon$ , der gegen unendlich strebt. Prognosen sind in diesem Fall ungültig und finden keine weitere Verwendung. Eine Optimierung basiert in diesem Fall rein auf Referenzrenditen.

Savity wendet den Ansatz von Drobetz an, der mit der Methodik der Makro-Forecast-Modelle kongruent ist.

### 3.4.3 Black-Litterman Rendite

Die Ermittlung der Black-Litterman Rendite, in der Literatur auch revidierte oder bedingte Rendite genannt, erfolgt durch die Kombination der Referenzrenditen mit den erstellten subjektiven Prognosen. Diese kann sowohl mittels Mixed Estimation Model, oder aber auch mit Hilfe der Bayesianischen Statistik erfolgen, wobei beide Modelle zu demselben Ergebnis führen. Im Falle des Mixed Estimation Modells wird eine Schätztechnik dargestellt, bei welcher eine zusätzliche Information in den Inputdaten möglich ist. Der Satz von Bayes sagt aus, dass eine a priori Verteilung einer Zufallsvariable durch neue Informationen eine a posteriori Verteilung bildet, wobei die a priori Verteilung dabei den Ausgangspunkt darstellt. Dasselbe Konzept gilt auch in der Anwendung für die Ermittlung der Black-Litterman Renditen. Die Referenzrenditen repräsentieren dabei die a priori Verteilung, die neuen Informationen werden durch die subjektiven Renditeprognosen dargestellt und die revidierten Renditeprognosen widerspiegeln die a posteriori Verteilung.

Die Zusammensetzung der Black-Litterman Rendite stellt sich wie folgt dar:

$$E[R]_{BL} = [(\tau\Sigma)^{-1} + P'\Omega^{-1}P]^{-1}[(\tau\Sigma)^{-1}\Pi + P'\Omega^{-1}Q] \quad (25)$$

mit

$E[R]_{BL}$  = revidierte Renditeerwartung,

$\tau$  = Vertrauenskoeffizient,

$\Sigma$  = n x n historische Varianz-Kovarianz-Matrix,

$P$  = k x n Prognosematrix,

$\Omega$  = k x k Schätzfehlermatrix,

$\Pi$  = n x 1 Vektor der Referenzrenditen,

$Q$  = k x 1 Vektor der subjektiven Rendite Prognosen.

Der erste Term der Gleichung  $[(\tau\Sigma)^{-1} + P'\Omega^{-1}P]^{-1}$  drückt die Normierung der revidierten Renditeerwartung aus. Der zweite Term  $[(\tau\Sigma)^{-1}\Pi + P'\Omega^{-1}Q]$  stellt unter Berücksichtigung der historischen Varianz-Kovarianz-Matrix und der Prognosegüte die Kombination der Referenzrenditen  $\Pi$  und den subjektiven Renditeerwartungen  $Q$  dar. Die Gewichtung zwischen Referenzportfolio und subjektiver Prognose erfolgt durch den Proportionalitätenfaktor  $\tau$ , sowie der Diagonalmatrix  $\Omega$ .

Es wird vorausgesetzt, dass eine Quantifizierung der Prognosen im Spaltenvektor  $Q$  zuvor durch den Portfoliomanager vorgenommen worden ist. Andernfalls besteht die Filter-Matrix  $P$  aus Nullen, wodurch die Referenzrenditen den erwarteten Renditen aus dem Black-Litterman-Modell entspricht. Im Gegensatz dazu bewirkt eine große Unsicherheit des Portfoliomanagers in Bezug auf seine abgegebenen Prognosen, dass die Schätzfehler der Views und dadurch die einzelnen Varianzen entlang der Varianzen sehr stark ansteigen. Als Folge reduziert sich der Werte des Ausdrucks relativ stark, sodass die Black-Litterman-Renditen annähernd den Referenzrenditen entsprechen. Je stärker daher der Portfoliomanager seinen Einschätzungen vertraut, desto deutlicher weicht das nach dem Black-Litterman-Verfahren optimierte Portfolio vom Marktportfolio ab.

Im Resultat führt die Ermittlung der Black-Litterman-Renditen zu einem Vektor, welcher den Mittelwert der revidierten Renditen wiedergibt. Diese fließen schließlich als neue Inputfaktoren, anstelle der aus historischen Daten ermittelten Renditeschätzer, in die klassische Mean-Variance Optimierung ein. Durch einsetzen der Black-Litterman Rendite in das Modell von Markowitz, werden abschließend die nach Black und Litterman optimalen Portfoliogewichte ermittelt.

#### **3.4.4 Modellierung der subjektiven Renditeprognosen**

Diese Tools bergen – wiewohl einen systematischen modellgetriebenen Ansatz umsetzend – aktives Allokationsrisiko. In Anbetracht des im historischen Kontext herausfordernden Marktumfelds (vor dem Hintergrund negativer Nominalrenditen), halten wir jedoch eine fundamental begründete, systematische Evaluierung der impliziten Risikoprämien sämtlicher Assetklassen für sinnvoll. Savity hat makrobasierte, langfristige Excess Return-forecasting Tools mit Confidence Levels für 42 Teilmärkte entwickelt (die quartalsweise aktualisiert werden). Ziel war es wieder für jede Assetklasse möglichst robuste Modelle zu entwickeln.

Quellen für Volkswirtschaftliche Zeitreihen und Forecasts: IMF WEO, Weltbank, OECD, BIS. Quellen für neutrale Zinsen und Inflationstargets: Zentralbanken.

#### 3.4.4.1 Aktienmärkte

So werden zur Evaluierung von Aktienmärkten 2 verschiedene Modelle kombiniert (Ibbotson Chen Equity Risk Premium and Shiller's CAPE).

Supply-Side Modell: Makro-basiertes Multifactor Modell zur Kalkulation des Equity Risk Premium ("ERP").

Wir verwenden historische Zeitreihen, um erwartete P/Es („PE“) und EPS (in Relation zum realen Wirtschaftswachstum), sowie die erwartete Dividendenrendite („Earnings“) zu errechnen und setzen diese Daten für unsere Forecasts an. Die Änderung des P/Es greift auf den Median gemäß CAPE (Shiller) zurück. Um die Risikoprämie von Aktienmärkten zu errechnen, wird der risikofreie Zinssatz („RFR“) in Abzug gebracht.

$$ERP = [(1 + Infl)(1 + Growth PE)(1 + Growth EPS) - 1 + Increase in Earnings] - RFR \quad (26)$$

#### 3.4.4.2 Rentenmärkte

Zur Kalkulation der Benchmark-Zinskurven greifen wir auf die Extrapolation des risikofreien Zinssatzes gem. Taylor-Rule zurück.

$$i = r^* + \pi + \frac{\pi - \pi^*}{2} + \frac{y - y^*}{2} \quad (27)$$

$i$  = nomineller risikofreier Zinssatz der Zentralbank

$r^*$  = realer risikofreier Zinssatz der Zentralbank (z.B. 2%)

$\pi$  = erwartete Inflation

$\pi^*$  = Ziel-Inflation der Zentralbank

$y$  = reales Wirtschaftswachstum (logarithmiert)

$y^*$  = potentiell Wirtschaftswachstum (logarithmiert)

$(y - y^*) = \text{Output gap}$

Zur Kalkulation von Kredit-Spreads über der Benchmark-Kurve regressieren wir historische Spreads gegen Output gap ( $y - y^*$ ) und Inflation ( $\pi - \pi^*$ ) und Kreditwachstum. Weiters gehen wir von mean reversion aus, und führen Percentilanalysen durch, um bzw. Unterbewertungen und das Maß der erwarteten Spreadbewegung zu errechnen.

#### 3.4.4.3 Währungen

Über- und Unterbewertungen von Währungen können hoch sein und v.a. aus politischem Kalkül lange aufrechterhalten werden. Währungsforecasts zielen lediglich darauf ab, massive Abweichungen von Währungssequilibrium zu identifizieren um damit Indikatoren für die Positionierung im Portfoliokontext zu gewinnen.

Folgende Modelle werden eingesetzt.

Der REER (Real Effective Exchange Rate) misst die Wertentwicklung der inländischen Währung gegenüber mehreren anderen wichtigen Währungen unter Berücksichtigung der jeweiligen Inflationsraten und ist methodisch mit einem Preisindex vergleichbar. Der effektive Wechselkurs misst also die durchschnittliche Veränderung gegenüber anderen Währungen. Unter anderem dient er als wichtige Messgröße der Wettbewerbsfähigkeit eines Landes. Exportabhängige Länder tendieren dazu Überbewertungen zu vermeiden, Rohstoffproduzenten tendieren zu hohen Schwankungen und liegen in der Regel unter Par. Solche typischen Abweichungen vom Fair Value bewerten wir über Quantilanalyse, und screenen Outlier (CI +/-5%), die wir als Buy/Sell Signale werten.

Savity verwendet die REER-Berechnung der BIS für USA, Canada, Australien, Euro Zone, Deutschland, Spanien, Frankreich, Italien, UK, Schweden, Schweiz, Polen, Türkei, Japan, Hong Kong, Taiwan, Singapur, Südkorea, China, Indien, Indonesien, Thailand, Malaysia, Philippinen, Mexiko, Brasilien, Südafrika, und Russland.

Die PPP (Purchasing Power Parity) wird ebenfalls als langfristiger Equilibrium Indikator erkannt und auf dramatische Abweichungen (CI +/-5%), die wir als Buy/Sell Signale werten, untersucht.

Savity verwendet die PPP-Berechnung der OECD für USA, Canada, Australien, Euro Zone, Deutschland, Spanien, Frankreich, Italien, UK, Schweden, Schweiz, Polen, Türkei, Japan,

Südkorea, China, Indien, Indonesien , Mexiko, Südafrika, und Russland; jene des IMF für Hong Kong, Taiwan, Singapur, Thailand, Malaysia, Philippinen, Brasilien.

Gleichlaufende Buy/Sell Signale von REER und PPP sind nötig um im EUR gegen USD JPY oder CHF unabgesicherte Währungspositionen eingehen zu können. Die Entscheidung ist im Investmentkommittee vom Chief Investment Officer vorzutragen und mit Stop Loss Limit zu protokollieren. Diese Positionen werden über das Anlageuniversum direkt umgesetzt.

## 4 Optimierung nach Shortfall-Risiken

Portfoliooptimierungsverfahren zielen im Allgemeinen auf die Maximierung der Rendite unter gegebenem Risiko, oder auf die Minimierung des Risikos unter gegebener Rendite ab. Von entscheidender Bedeutung ist hierbei die Wahl eines geeigneten Risikomaßes.

Während genannte Optimierungsverfahren zur Quantifizierung des Risikos standardmäßig die Verwendung der Varianz der Renditen vorschlagen, zeigt sich in der Praxis häufig, dass die Varianz die Risikotoleranz der Investoren jedoch nicht adäquat genug abbildet. Savity verwendet zwar Value at Risk als Basis für die Portfoliooptimierung, hat diese jedoch in der Flexibilität der Errechnung der Varianz erweitert. Weiters wird im Risikomanagement neben dem Value at Risk auch der Expected Shortfall errechnet, welcher neben dem Value at Risk mittlerweile zu den Standardmaßen im Risikomanagement zählt.

### 4.1 Value at Risk

Ursprünglich in den 80er Jahren von der Investmentbank JPMorgan entwickelt, handelt es sich heute beim Value at Risk um ein Standardmaß zur Quantifizierung des Risikos. Der Value at Risk kann als der maximale Verlust definiert werden, welcher innerhalb eines bestimmten Zeitraumes mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit nicht überschritten wird. Es handelt sich dabei um eine verdichtete Information über mehrere Risikomaße und Sensitivitätskennzahlen zu einem einzigen Betrag, welcher Auskunft darüber gibt, wie schlimm es für ein Unternehmen kommen könnte und wie schlecht sich die Dinge entwickeln könnten.

Die vordefinierte Wahrscheinlichkeit  $p$ , mit welcher der durch den Value at Risk angegebene Verlust nicht überschritten wird, fällt unter den Begriff des Konfidenzniveaus. Üblicherweise kommen die Werte 95%, 99% oder 99,9% zur Anwendung. Die Wahl des Konfidenzniveaus liegt hierbei jedoch nicht immer im Ermessen des Unternehmens, sondern unterliegt bei gewissen Unternehmen regulatorischen Vorgaben seitens des Basler Ausschusses. Dabei gilt, je höher das jeweilige Konfidenzniveau gewählt wird, desto unwahrscheinlicher ist, dass die Verluste höher ausfallen, als durch den Value at Risk angegeben. Die Gegenwahrscheinlichkeit zum Konfidenzniveau wird als Verlust oder Fehlerwahrscheinlichkeit  $\alpha$  bezeichnet. Savity setzt ein Konfidenzniveau von 95%, mit dem ein erwarteter Verlust in einer 12-Monatsperiode („Haltedauer“) nicht überschritten werden sollte, ein.



Als in die Berechnung eingehenden Zeithorizont wird die Haltedauer des Assets herangezogen. Hierbei handelt es sich um jene Zeitdauer, die notwendig ist, um die Position des Vermögensgegenstandes zu schließen. Auch hierbei kann die Wahl der Zeitspanne regulatorischen Vorgaben unterliegen. Die Haltedauer beeinflusst den Value at Risk dahingehend, dass das Risikomaß mit zunehmender Haltedauer einen höheren Wert annimmt. Je länger daher die Zeitspanne ist, desto wahrscheinlicher ist das Auftreten eines Verlustes.

Formal betrachtet, handelt es sich beim Value at Risk um ein spezifisches Quantil einer Verteilung, welches jenen Verlust angibt, der mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit innerhalb eines bestimmten Zeitraumes nicht überschritten wird.

Die Ermittlung des Value at Risk basiert im Wesentlichen im Aufstellen einer Verteilungsfunktion und dem anschließenden Ablesen des entsprechenden  $(1 - \alpha)$ -Quantils. Zur Messung des Value at Risk können zwei verschiedene Ansätze verfolgt werden. Diese umfassen eine analytische Vorgehensweise, sowie unterschiedliche Simulationsverfahren.

Die beiden Ansätze unterscheiden sich in der Modellierung der Entwicklung der Risikofaktoren, sowie der Sensibilität der betrachteten Portfolios bzw. Positionen. Während im Rahmen der Varianz-Kovarianz-Methode das Modell auf der Grundlage von bekannten Zusammenhängen und Beziehungen zwischen den einzelnen Variablen mit Hilfe einer Verteilungsannahme gebildet wird, errechnet sich der Value at Risk beim Simulationsansatz anhand der Simulation verschiedener Zustandsentwicklungen.

#### **4.1.1 Simulation**

Zur Schätzung des Value at Risk kann sich unterschiedlicher Simulationsverfahren bedient werden. Zum einen kann diese historisch aus empirischen Zeitreihen erfolgen, was den Vorteil mitbringt, dass keine Verteilungsannahmen von Nöten sind und vergangene Änderungen der Risikofaktoren auf deren aktuelle Werte übertragen werden. Ein gängiges Verfahren stellt auch die Monte-Carlo-Simulation dar, bei welcher mittels Generierung von Zufallszahlen eine Veränderung der Risikofaktoren generiert. Savity wendet die Methode der Monte Carlo Simulation an. Jedes Portfoliodurchläuft im Risikomanagement mit 10.000 Runs seine eigene Schätzung des Value at Risk.

#### **4.1.2 Varianz-Kovarianz-Methode**

Ist die Verteilung einer Zufallsvariable bekannt, oder wurde eine entsprechende Annahme über ihre Verteilung getroffen, so lässt sich der Value at Risk als  $\alpha$ -Quantil bestimmen. Sind

die Erwartungswerte und Varianzen der einzelnen Renditen, sowie die Maße der linearen Zusammenhänge bekannt, lassen sich Portfolioerwartungswert und Portfoliovarianz bestimmen. Der formale Zusammenhang stellt sich wie folgt dar:

$$VaR_p = VaR_{1-\alpha} = \begin{cases} |\sigma z_\alpha + \mu|, & \sigma z_\alpha + \mu < 0 \\ 0, & \text{sonst} \end{cases} \quad (28)$$

mit

$\mu$  = Erwartungswert der Renditeverteilung,

$\sigma$  = Standardabweichung der Renditeverteilung,

$z_\alpha$  =  $\alpha$ -Quantil der Standardnormalverteilung.

Als problematisch in der Anwendung des Value at Risk zeigt sich die Standardform der Berechnung, welche das Risiko nur dann adäquat abbildet, sofern der zugrundeliegende Prozess einer Normalverteilung unterliegt. Mit dem Wissen, dass Renditen in der Wirklichkeit keiner exakten Normalverteilung unterliegen, sondern in der Regel leptokurtisch und links-schief verteilt sind, ermöglicht die Methode nach Cornish-Fisher im Hinblick auf Verletzung der Normalverteilungshypothese bessere Abschätzungen von quantilsbezogenen Risikomaßen.

Die Cornish-Fisher-Erweiterung erlaubt die Schätzung des Quantils einer Verteilung auf Basis der ersten vier Momente. Es finden also nicht nur Erwartungswert und Standardabweichung, sondern auch die Schiefe und Wölbung der Verteilung Berücksichtigung:

$$y_\alpha = z_\alpha + \frac{\gamma}{6}(z_\alpha^2 - 1) + \frac{\kappa}{24}(z_\alpha^3 - 3z_\alpha) - \frac{\gamma^2}{36}(2z_\alpha^3 - 5z_\alpha) \quad (29)$$

Für  $y_\alpha$  ist abzuleiten, dass linksschief und leptokurtisch verteilte Renditen zu einer Verkleinerung des geschätzten Quantils führen und dadurch zu einer Vergrößerung des Value at Risk führen. Die neue Berechnung der Quantilsfunktion lautet sodann:

$$VaR_{1-\alpha} = \mu + \sigma y_\alpha \quad (30)$$

Während Cornish Fisher für kurze Beobachtungsräume und für nicht-restringierte Long-Short-Allokationen wertvolle Informationen für das Risikomanagement liefert (also vor allem im Trading Kontext), so ist seine Aussage im langfristiger orientierten Portfoliomanagement weniger probat.

## 4.2 Conditional Value at Risk / Expected Shortfall

Der Conditional Value at Risk (C-VaR), oder Expected Shortfall, gibt den Verlust an, der im Falle eines Überschreitens des Value at Risk zu erwarten ist. Beim C-Var handelt es sich um ein kohärentes Risikomaß, welches auch Informationen im linken Ende der Verteilung mit einbezieht.

Der Expected Shortfall definiert sich als der zu erwartende Verlust, welcher unter vorgegebener Fehlerwahrscheinlichkeit  $\alpha$  unter der Bedingung zu erwarten ist, dass die Verluste zu den  $\alpha$  größten gehören. Unter Berücksichtigung einer stetigen Wahrscheinlichkeitsverteilung ergibt sich der Expected Shortfall als Erwartungswert aller Verluste, die größer oder gleich dem Value at Risk sind durch:

$$ES_{1-\alpha} = \int_0^\alpha VaR_u du \quad (31)$$

Für eine normalverteilte Zufallsvariable gilt:

$$ES_{1-\alpha} = \mu + \frac{\varphi(z_{1-\alpha})}{\alpha} \sigma \quad (32)$$

mit

$\varphi(z)$  = Dichte der Standardnormalverteilung.

Savity verwendet Expected Shortfall in der Simulation von Optimierungen und als wesentliche Kennzahl neben dem VaR im Risikomanagement.

## 5 Risikomanagement

Risikomanagement umfasst systematisches, aktives und zielorientiertes Denken und Handeln im Umgang mit Risiken.

Im Zuge der Bestimmung des Anlagerisikos ist es von Bedeutung, eine Unterteilung des Risikos in Ungewissheit und Unsicherheit vorzunehmen. Während Ungewissheit von der Nichtbeschreibbarkeit künftiger Ausprägungen gekennzeichnet ist, lassen sich beim Zustand der Unsicherheit den Eintrittsmöglichkeiten unterschiedliche Wahrscheinlichkeiten zuordnen, wobei letzterer Begriff den im Weiteren darzustellenden Risikomaßen zugrunde liegt. Das Management von Risiken im Zusammenhang mit Einzelinvestments aber auch von Portfolios versteht sich dabei als Vermeidung oder Abmilderung von Gefahren, welche in der Zukunft liegen, wonach der Risikoprognose im Asset-Management wesentliche Bedeutung zukommt.

### 5.1 Volatilitätsmodelle

Gängige Risikomaße wie die Volatilität, höhere Verteilungsmomente, Value at Risk oder Expected Shortfall weisen den Nachteil auf, dass sie allesamt auf historischen Informationen beruhen. Da für die Bewertung von Investments und für die Portfoliokonstruktion jedoch künftige Risiken von Bedeutung sind, wird im Risikomanagement Prognosemodellen der Volatilität eine hohe Relevanz beigemessen.

Im Zuge der klassischen Volatilitätsberechnung werden sämtliche Renditeausprägungen innerhalb des Beobachtungszeitraums gleich gewichtet. Neben historischen oder gleitenden Durchschnittsverfahren, bei denen dies der Fall ist, stellt sich vor allem bei längeren Zeiträumen die Frage, ob es vernünftig ist, den neuesten Beobachtungen dasselbe Gewicht zuzusprechen, wie den in der Zeitreihe weiter zurückliegenden Werten. Die folgenden Darstellungen der Volatilität beruhen daher auf der Idee, jeder Renditeausprägung ein anderes Gewicht zu verleihen.

Savity nähert sich diesem Problem an, indem (1) der Beobachtungshorizont, der standardmäßig bei 3 Jahren liegt, durch 1-Jahres-Simulation untermauert wird: eine Abweichung nach unten (also kurzfristige Volatilität < langfristige Volatilität) wird negiert. Erhöht sich jedoch die kurzfristige Volatilität über die 3-Jahres-Volatilität kommt in der Simulation der Optimierung und des Risikomanagement VaR ein Decay Faktor zum Einsatz, der zu einer Höhergewichtung des letzten Jahres führt.

Einleitend dazu, wird Formel (23) dahingehend abgeändert, dass für den Erwartungswert der Wert Null angenommen wird. Diese Annahme beruht darauf, dass in Relation zur Änderung der Standardabweichung, die erwartete Änderung der Marktvariablen pro Tag nur sehr gering ausfällt. Anstelle der bisher gewohnten Darstellung folgt daher eine vereinfachte Notation der Varianz  $\sigma_t^2$  auf täglicher Basis am Tag  $t$ , welche zum Zeitpunkt  $t - 1$  geschätzt wird:

$$\sigma_t^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sigma_{t-i}^2 \quad (33)$$

Die Berücksichtigung unterschiedlicher Gewichtungsfaktoren führt zu:

$$\sigma_t^2 = \sum_{i=1}^n \alpha_i r_{t-i}^2 \quad (34)$$

unter der Bedingung, dass

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1 \quad (35)$$

Die Problematik liegt hierbei jedoch darin begründet, dass die Gewichtung jeder Renditeausprägung festzulegen ist. Abhilfe schafft hierbei die Annahme einer exponentiell sinkenden Gewichtung, je weiter die Beobachtung in der Historie zurückliegt. Im Zuge dieses Exponentially Weighted Moving Average Modell (EWMA) folgen die Gewichte der Form  $\alpha_{i+1} = \lambda \alpha_i$ , wobei  $\lambda$  einen Wert zwischen Null und Eins annimmt. Es ergibt sich dadurch das vereinfachte Modell:

$$\sigma_t^2 = \lambda \sigma_{t-1}^2 + (1 - \lambda) r_{t-1}^2, \quad (36)$$

Folglich sind nicht mehr die einzelnen Gewichte zu schätzen, sondern lediglich der Parameter  $\lambda$ , welcher die Schnelligkeit ausdrückt, mit der das Modell auf Renditeauschläge reagieren soll. Folglich sind bei kleinerem  $\lambda$  schnellere Reaktionen zu erwarten, da in diesem Fall der neuesten Renditebeobachtung ein stärkeres Gewicht verliehen wird. Ein weiterer Vorteil betrifft die Datenpflege. Da für die Schätzung der Varianz von heute nur die gestrige Schätzung sowie die gestrige Renditeausprägung benötigt wird, ist der Speicherplatzbedarf gering.

Neben der Nicht-Stationarität ist die fehlende Mean-Reversion ein Nachteil der EWMA-Methode. So wird bei vielen Verfahren davon ausgegangen, dass die Volatilität eines Einzeltitels im Zeitablauf stets zu seinem langfristigen Mittelwert zurückkehrt. Diesem Umstand tragen die folgenden Modelle Rechnung.

### 5.1.1 ARCH-Modelle

ARCH-Modelle zur Schätzung der Varianz vereinen den Ansatz unterschiedlicher Gewichtungsfaktoren im Zeitverlauf mit der Annahme einer Mean-Reversion. So findet sich neben der bereits bekannten Summe über die gewichteten Renditeausprägungen auch die mit  $\gamma$  gewichtete Langzeitvarianz  $V_L$  in der folgenden Gleichung, die als allgemeines ARCH(m)-Modell bekannt ist:

$$\sigma_t^2 = \gamma V_L + \sum_{i=1}^n \alpha_i r_{t-i}^2 \quad (37)$$

mit

$$V_L + \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1 \quad (38)$$

Dieses Modell weist die Fähigkeit auf, Volatilitäts-Clustering erfassen zu können. Des Weiteren liegt, falls  $\sum \alpha_i < 1$ , ein stationärer Prozess vor.

Ebenfalls von Bedeutung ist die Anzahl der gewählten Lags ( $m$ ). Je mehr Lags das Modell vorweist, desto langsamer erfolgt die Volatilitätsveränderung, aber desto stärker ausgeprägt ist das Erinnerungsvermögen des Modells. Mit zunehmendem Erinnerungsvermögen steigt die Fähigkeit des Modells die Volatilität-Persistence abzubilden. So reagiert ein ARCH(1)-Modell unmittelbar auf neue Renditebeobachtungen, während vergangene Renditen keinen Einfluss auf die Schätzung der Varianz ausüben. Im Vergleich dazu reagiert ein ARCH(60)-Modell wesentlich langsamer auf neue Bewegungen, berücksichtigt in der Verarbeitung jedoch auch einen längeren Renditezeitraum.

Erwähnenswert an dem dahinterliegenden Prozess für die Berechnung der Zeitreihe ist, dass die Verteilung der so modellierten Renditen leptokurtisch ist, während diese beim gewöhnlichen Random Walk normalverteilt sind. Am Finanzmarkt trifft die Normalverteilung jedoch nur in Ausnahmefällen zu. Deshalb erweisen sich ARCH-Prozesse mit den damit einhergehenden Fat-Tails der Verteilung besser geeignet.

ARCH-Modelle weisen gegenüber dem EWMA-Verfahren zwar den Vorteil auf, dass diese eine Mean-Reversion berücksichtigen können, allerdings geht die Anwendung auch mit einem deutlich höheren Speicherbedarf einher. Des Weiteren ist die Schätzung der Parameter  $\gamma$ ,  $V_L$  sowie sämtliche  $\alpha_i$  mit nicht unerheblichen Aufwand verbunden.

### 5.1.2 GARCH-Modelle

GARCH-Modelle behandeln eine Verallgemeinerung der ARCH-Modelle nach Bollerslev (1986) und vereinen die Vorteile der ARCH-Modelle mit jenen des EWMA-Modells. So hängt die geschätzte Varianz neben der Langzeitvolatilität und den letzten  $p$  Renditebeobachtungen auch von vergangenen Schätzungen ab. Das allgemeine GARCH( $p,q$ )-Modell stellt sich dabei wie folgt dar:

$$\sigma_t^2 = \gamma V_L + \sum_{i=1}^p \alpha_i r_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \beta_i \sigma_{t-i}^2 \quad (39)$$

mit

$$\gamma + \sum_{i=1}^p \alpha_i + \sum_{i=1}^q \beta_i = 1 \quad (40)$$

Es bleiben dabei sämtliche nützliche Eigenschaften, wie leptokurtische Renditen, Erfassbarkeit von Volatilitäts-Clustering, Stationarität, falls  $\sum \alpha_i + \sum \beta_i < 1$ . In Relation zu ARCH-Modellen geht eine drastische Reduktion der Lags nicht mit einem ausufernden Verlust an Erinnerungsvermögen einher, da analog zum EWMA-Verfahren das gesamte Datensample in der Schätzung  $\sigma_{t-1}^2$  berücksichtigt wird. Es ist dadurch möglich, obiges Modell zum GARCH(1,1)-Modell zu reduzieren:

$$\sigma_t^2 = \gamma V_L + \alpha_1 r_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2, \quad (41)$$

Der Vorteil liegt hierbei vor allem darin, dass bei ähnlicher Qualität eine geringere Anzahl an Parametern zu schätzen ist. Neben dieser Möglichkeit der Reduzierung spricht vor Allem jene Tatsache, dass Ergebnisse aus GARCH-Prozessen eher den realen Marktdaten entsprechen, für eine Überlegenheit gegenüber ARCH-Modellen.

Die benötigten Parameter  $\gamma$ ,  $V_L$ ,  $\alpha_i$ ,  $\beta_i$  oder  $\lambda$  (für EWMA) werden aus Vergangenheitsdaten geschätzt. Dabei kommen entweder OLS-Regressionen oder Maximum-Likelihood-Methoden in Betracht.

### 5.1.3 RiskMetrics

RiskMetrics nach JPMorgan ist eine Berechnungsmethode künftiger Volatilitäten, dessen Basis ein restringiertes GARCH(1,1)-Modell bildet, welches den Restriktionen  $\alpha + \beta = 1$  und  $\omega = 0$  unterliegt. Die bedingte Varianz folgt einem exponentiell gewichteten gleitenden Durchschnitt, welcher die Renditen  $r_{t-i}^2$  mit  $\lambda^i(1 - \lambda)$  gewichtet:

$$\sigma_t^2 = \gamma V_L + \alpha_i r_{t-1}^2 + \beta_i \sigma_{t-1}^2 \quad (42)$$

Der Vorteil des Modells liegt darin, dass keine Schätzung der Parameter erforderlich ist, da  $\lambda$  für tägliche Daten mit 0,94 und monatlichen Daten mit 0,97 fixiert ist. Das Modell inkludiert keinen Mittelwertprozess, wodurch eine Anwendung nur dann erfolgen sollte, sofern der Mittelwert der Wertänderung annähernd Null beträgt.

Savity verwendet (optional) einen adaptierten Riskmetrics Ansatz, indem der Yearly decay Faktor vorgegeben wird, mit dem am Ende eines Jahres die Returns noch gewichtet werden sollen. (Für Kovarianz und Erwartungswert). Damit lässt sich die exponentielle Gewichtung flexibel gestalten, was sich v.a. für Simulationen während volatiler Marktphasen als nützlich erwiesen hat.

Unter Berücksichtigung dieser Erweiterung stellt sich der Value at Risk wie folgt dar:

$$VaR_{t+1,1-\alpha} = \sigma_{t+1} z_\alpha \quad (43)$$



## 6 Anhang

### 6.1 Markteffizienzhypothese

Fama (1970) definiert einen Markt als informationseffizient, sofern die Preise der gehandelten Wertpapiere sämtliche kursrelevante Informationen widerspiegeln. Die Markteffizienzhypothese postuliert, dass sämtliche neu verfügbare Informationen unmittelbar vom Markt verarbeitet werden und die daraus resultierende Kursanpassung der Wertpapiere das aktualisierte Informationsniveau reflektiert.

Der Markteffizienzhypothese liegen dabei folgende Annahmen zugrunde:

- Marktteilnehmer sind Preisnehmer.
- Beim Handel mit Wertpapieren fallen keine Transaktionskosten an.
- Neue Informationen sind zufällig und stehen kostenlos zur Verfügung.
- Am Kapitalmarkt agieren nur rational agierende Marktteilnehmer.

Des Weiteren ist von rational agierenden Marktteilnehmern auszugehen, da sich von Irrationalität geprägter Handel neutralisiert und somit keine Auswirkung auf das Marktgeschehen mit sich bringt.

Der Zustand eines informationseffizienten Kapitalmarktes lässt sich wie folgt darstellen:

$$\Phi_t^m = \Phi_t \quad (\text{A1})$$

mit

$\Phi_t$  = Informationsstruktur zum Zeitpunkt  $t$ ,

$\Phi_t^m$  = Informationsstruktur zum Zeitpunkt  $t$ , welche vom Markt zur Preisbestimmung genutzt wird.

Weiters gilt:

$$f_m(p_{1,t+1}, \dots, p_{n,t+1} | \Phi_t^m) = f(p_{1,t+1}, \dots, p_{n,t+1} | \Phi_t) \quad (\text{A2})$$

mit

$p_{j,t+1}$  = Preis eines Wertpapiere  $j$  zum Zeitpunkt  $t + 1$ , für  $i = 1, 2, \dots, n$ , für  $n$  = Anzahl an Wertpapieren am Markt,

$f(p_{1,t+1}, \dots, p_{n,t+1} | \Phi_t)$  = wahre Dichtefunktion für Wertpapierpreise zum Zeitpunkt  $t + 1$ , welche sich auf Basis der Informationsstruktur  $\Phi_t$  zu  $t$  ergibt,

$f_m(p_{1,t+1}, \dots, p_{n,t+1} | \Phi_t^m)$  = vom Markt geschätzte Dichtefunktion für Wertpapierpreise zum Zeitpunkt  $t + 1$ , welche sich auf Basis der Informationsstruktur  $\Phi_t^m$  zu  $t$  ergibt.

Dieser Zusammenhang besagt, dass auf Basis der Verwendung der wahren Dichtefunktion, welche sämtliche verfügbare Informationen enthält, die Wertpapierpreise anhand eines Preismodells durch den Markt bestimmt werden. Daraus resultiert, dass der Wertpapierkurs informationseffizient ist, da jegliche Information in diesen eingepreist wurde.

Fama definiert in weiterer Folge unterschiedliche Grade der Markteffizienz, wobei die Abstufung in schwache, halbstarke und strenge Informationseffizienz erfolgt. Dies ist zielführend, da zu beobachten ist, dass Finanzmärkte global keinen einheitlichen Effizienzgrad aufweisen. Abweichungen sind jedoch nicht nur auf geographische Aspekte und den damit einhergehenden länderspezifischen Gesetzmäßigkeiten zurückzuführen, sondern können auch im Bereich unterschiedlicher Marktsegmente, Sektoren und Branchen erkannt werden.

## 6.2 Herleitung der Tobin-Effizienzlinie

Ausgehend von der Effizienzkurve nach Markowitz, basiert die Portfoliotheorie nach Tobin auf der Überlegung, wie das Kapital eines Investors bei der Zusammenstellung eines Portfolios  $P$ , welches sich aus einem risikolosen Finanzierungstitel und einem riskanten Portfolio  $X$  zusammensetzt, aufgeteilt werden soll. Gesucht sind daher der Anteil des risikolosen Finanzierungstitels  $\alpha$  mit der sicheren Rendite  $r$ , sowie der Anteil des riskanten Portfolios  $X$  ( $1 - \alpha$ ) mit der erwarteten Rendite  $E(r_x)$  und dem Risiko  $\sigma(r_x)$ .

Die Herleitung der Tobin-Effizienzlinie stellt sich wie folgt dar:

$$E(r_p) = \alpha \times r + (1 - \alpha) \times E(r_x) \quad (\text{A3})$$

$$\begin{aligned} \text{Var}(r_p) = \alpha^2 \times \text{Var}(r) + (1 - \alpha)^2 \times \text{Var}(r_x) + 2 \times \alpha \times (1 \\ - \alpha) \times \text{Cov}(r, r_x) \end{aligned} \quad (\text{A4})$$

Die Varianz des risikolosen Finanzierungstitels nimmt den Wert Null an, wodurch  $\text{Var}(r_p)$  vereinfachend dargestellt werden kann:

Sdf

$$\text{Var}(r_p) = (1 - \alpha)^2 \times \text{Var}(r_x) \quad (\text{A5})$$

Im Resultat hängt das Risiko des Portfolios P nur vom Anteil des riskanten Portfolios X,  $(1 - \alpha)$ , sowie dem Risiko des Portfolios X,  $\sigma(r_x)$ , ab.

Die Umformung von (Formel#) nach  $\alpha$  und Einsetzen in (Formel#) führt schließlich zur Geradengleichung der Tobin-Effizienzlinie:

$$E(r_p) = \left(1 - \frac{\sigma(r_p)}{\sigma(r_x)}\right) \times r + \left[1 - \left(1 - \frac{\sigma(r_p)}{\sigma(r_x)}\right)\right] \times E(r_x) \quad (\text{A6})$$

$$E(r_p) = \left(1 - \frac{\sigma(r_p)}{\sigma(r_x)}\right) \times r + \frac{\sigma(r_p)}{\sigma(r_x)} \times E(r_x) \quad (\text{A7})$$

$$E(r_p) = r - \frac{\sigma(r_p)}{\sigma(r_x)} \times r + \frac{\sigma(r_p)}{\sigma(r_x)} \times E(r_x) \quad (\text{A8})$$

$$E(r_p) = r + \frac{\sigma(r_p)}{\sigma(r_x)} \times E(r_x) - \frac{\sigma(r_p)}{\sigma(r_x)} \times r \quad (\text{A9})$$

$$E(r_p) = r + \frac{E(r_x) - r}{\sigma(r_x)} \times \sigma(r_p) \quad (\text{A10})$$

Die Anwendung der Tobin-Effizienzlinie erfolgt unter der Bedingung, dass das Tangentialportfolio *Ma* auf der Markowitz-Effizienzkurve liegt und basiert auf der Maximierung der Sharpe Ratio. Ist die erwartete Portfoliorendite gegeben  $E(r_p)$ , so gilt:

$$\sigma(r_p) = r + \frac{E(r_p) - r}{E(r_x) - r} \times \sigma(r_x) \quad (\text{A11})$$

Im Falle eines gegebenen Portfoliorisikos  $\sigma(r_p)$  erfolgt die Maximierung der Sharpe Ratio unter:

$$E(r_p) = r + \frac{E(r_x) - r}{\sigma(r_x)} \times \sigma(r_p) \quad (\text{A12})$$

Die Lösung enthält sowohl die erwartete Rendite- Risikokombination für das riskante Portfolio X, als auch die Gewichte am Portfolio X. Die Berechnung der Anteile des risikolosen Finanzierungstitels erfolgt über:

$$\alpha = 1 - \frac{\sigma(r_p)}{\sigma(r_x)} \quad (\text{A13})$$

Formel (A13) ermöglicht über  $(1 - \alpha)$  die Ermittlung des Anteils des riskanten Portfolios  $X$ , sowie über  $x_j^P = (1 - \alpha) \times x_j^M$  die Berechnung der Anteile der einzelnen riskanten Finanzierungstitel am Portfolio  $P$ .

### 6.3 Moderne Kapitalmarkttheorie

Das auf Sharpe (1964), Lintner (1965), und Treynor (1961, 1962) zurückgehende Capital Asset Pricing Model (CAPM) ist ein einperiodiges Gleichgewichtsmodell und beschreibt die Abhängigkeit der Rendite eines riskanten Finanzierungstitels von nur einer einzigen Risikoeinflussgröße, wodurch das CAPM den Ein-Faktor-Modellen zuzurechnen ist.

## Literaturverzeichnis

Black, F./ Litterman, R. (1992): Global Portfolio Optimization, in: Financial Analysts Journal, Vol. 48 (5), S. 28-43.

Drobetz, W. (2001): How to avoid the pitfalls in portfolio optimization? Putting the Black-Litterman approach at work, in: Financial markets and portfolio management, Vol. 15 (1), S. 59-75.

Drobetz, W. (2003): Einsatz des Black-Litterman-Verfahrens in der Asset Allocation, Handbuch Asset Allocation: innovative Konzepte zur systematischen Portfolioplanung, S. 203-239.

Markowitz, H. (1952): Portfolio Selection, in: The Journal of Finance, Vol.7, No.1, S.77-91.

Tobin, J. (1958): Liquidity preference as behavior towards risk, The review of economic studies, S. 65-86.