

Die Wirkung unterschiedlicher Risikokapitalallokationsmethoden - Übersicht und Fallstudie

Dorothea Diers

Preprint Series: 2007-20



Fakultät für Mathematik und Wirtschaftswissenschaften
UNIVERSITÄT ULM

Die Wirkung unterschiedlicher Risikokapital- Allokationsmethoden

Dorothea Diers

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Definition und Bestimmung von Risikokapital	4
	2.1 Modellrahmen	3
	2.2 Risikokapital.....	7
3	Fallstudie: Konzepte für die Allokation von Risikokapital	10
	3.1 Grundlagen zur Risikokapital-Allokation	9
	3.2 Beschreibung des Beispielbestandes	11
	3.3 Allokation von Risikokapital.....	12
4	Bewertung von Unternehmensstrategien	19
5	Zusammenfassung.....	19
6	Literaturverzeichnis	25

1 Einleitung

In der Versicherungsindustrie vollzieht sich aktuell aufgrund von veränderten Rahmenbedingungen¹ ein Paradigmenwechsel in der Unternehmenssteuerung, der sich ausgehend von der klassischen Umsatzorientierung hin zu einer *wert- und risikoorientierten Steuerung* auf Grundlage ökonomischer Größen entwickelt.

Bei der wert- und risikoorientierten Unternehmenssteuerung steht die Frage im Zentrum des Interesses, ob die unternehmerischen Strategien den Unternehmenswert erhöhen bzw. welche alternativen Strategien den Unternehmenswert maximieren, wobei bestimmte Nebenbedingungen zu erfüllen sind (z.B. Einhaltung der Risikokapitalvorgaben, der bilanziellen und aufsichtsrechtlichen Vorgaben).

Vor diesem Hintergrund stellt sich für das Management die komplexe Entscheidungs- und Steuerungsaufgabe einer effizienten Eigenmittelallokation und -bewirtschaftung. Dieser Anspruch kann nur durch eine geeignete Strukturierung der Versicherungsbestände im Zusammenhang mit einer auf die Zahlungsströme der Versicherungstechnik abgestimmten adäquaten Asset-Allokation erreicht werden, bei der unter angemessener Ausnutzung von Diversifikationseffekten eine möglichst hohe Rendite in Relation zum eingegangenen Risiko auf das eingesetzte Kapital erzielt werden kann. Auch die geeignete Festlegung der Art und Höhe des Risikotransfers an die Rückversicherung sollte vor dem Hintergrund einer adäquaten Strategie auf Gesamtunternehmensebene erfolgen. Hierbei sind quantitative Analysen auf Basis Interner Modelle unverzichtbar.²

Da das Unternehmen in seiner Gesamtheit in der Regel weniger Risikokapital benötigt als bei Aufsummierung des Risikokapitalbedarfs der isoliert betrachteten einzelnen Geschäftssegmente, stellt sich die Frage nach der risikoadäquaten Verteilung der Diversifikationseffekte auf die steuerungsrelevanten Unternehmenssegmente. Dieser Vorgang wird mit *Allokation von Risikokapital* bezeichnet.

¹ Als Stichworte seien hier die Deregulierung, die Entwicklung der Kapitalmärkte zu Beginn dieses Jahrtausends und der Anstieg von Naturkatastrophen und Terroranschlägen genannt. So verschlechterte sich die Kapitalausstattung der weltweit tätigen Erst- und Rückversicherer (Schaden/Unfall) im Zeitraum von 2000 bis 2002 um ca. 25% (siehe [SwissRe 2002]). Das EU-Kommissionsprojekt Solvency II ist ein wichtiger Schritt zur Reform des Versicherungsaufsichtsrechtes, das voraussichtlich 2012 auf nationaler Ebene gelten wird. Versicherungsunternehmen haben hiernach ein Solvenzkapital vorzuhalten, das sich an der tatsächlichen Risikolage des Unternehmens orientieren soll. Dieses Solvenzkapital ist mit ökonomischen Eigenmitteln zu bedecken, die sich aus einer Marktwert-Bilanz ableiten (siehe Abbildung 1).

² Der interessierte Leser findet einen konkreten Vorschlag zur Entwicklung eines stochastischen Internen Unternehmensmodells in [Diers 2007a]. Dort werden die relevanten Schritte von der Konzeption bis zur vollständigen Erstellung und Umsetzung dargelegt. Die einzelnen Modellierungsschritte werden anhand des Datensatzes eines Beispielunternehmens durchgeführt.

Im Rahmen der risikoadjustierten Performancesteuerung³ – bei der die Zielsetzung verfolgt wird, die Relation von Rentabilität und Risiko im Unternehmen mittels risikoadjustierter Performancekennzahlen zu bewerten und anhand dieser Strategien zu identifizieren, die zu einer Verbesserung der Rendite-Risikoposition führen – wird seitens des Unternehmensmanagements eine geeignete Allokation sowohl des benötigten als auch des verfügbaren Risikokapitals auf steuerungsrelevante Teileinheiten gefordert, da diese nach Rendite- und Risiko-Gesichtspunkten bewertet und gesteuert werden sollen. Des Weiteren sehen sich die Versicherer vor dem Hintergrund der Anforderungen durch die MaRisk (Mindestanforderungen an das Risikomanagement) mit der Anforderung an eine Kapitalallokation auf die Unternehmenssegmente konfrontiert.

So fordert das Management – mittels der Allokation von Risikokapital – eine Unterstützung im Hinblick auf die

- Identifikation der “Risikotreiber”,
- Performancemessung von Segmenten,
- strategische Steuerung von Teileinheiten nach Risiko- und Rendite-Aspekten,
- Übertragung der Ziele des Gesamtunternehmens auf Teileinheiten (Sparten / Kundengruppen / Rückversicherer / Kapitalanlageklassen),
- erfolgsabhängige Vergütung,
- Prämienkalkulation, etc.⁴

Das Risikokapital dient der Sicherheit des Unternehmens als Ganzes, so dass es sich bei der Risikokapital-Allokation um eine Schlüsselung von Gemeinkosten handelt, die willkürfrei nicht möglich ist,⁵ was ein fundamentales Problem aller Allokationsverfahren darstellt. Dies ist vermutlich der Grund, warum immer neue Kapitalallokationsverfahren vorgestellt werden, „ohne dass eine Konvergenz der Diskussion über die Angemessenheit der Allokationsverfahren zu erkennen ist“, wie Gründl und Schmeiser⁶ konstatieren.

Da die Modellierung der Unternehmensrisiken in Internen Modellen einen immer größeren Stellenwert annimmt und aufgrund der oben genannten Anforderungen (und der Aktualität durch die MaRisk) Kapitalallokations-Verfahren in Interne Modelle integriert werden, werden in diesem Aufsatz folgende Themen behandelt: Nach der Darstellung des allgemeinen Modellrahmens für die Erstellung ein- und mehrjähriger Interner Modelle in Abschnitt 2, wird in Abschnitt 3 basierend auf den Zeichnungsrisiken eine Fallstudie durchgeführt, bei der verschiedene in der Literatur bekannte Risikokapital-Allokationsverfahren anhand eines Beispieldatensatzes analysiert werden. Der Beispieldaten sind dabei so ausgewählt, dass die Kumulrisiken im Tail der Ergebnis-Verteilung eine starke Dominanz ausüben,⁷ wodurch z.T. extreme Effekte bei der Anwendung von Risi-

³ Die Maximierung des Unternehmenswertes ist unter bestimmten Voraussetzungen kompatibel mit der Maximierung von risikoadjustierten Performancekennzahlen wie *EVA*, *RoRAC*, etc. Dies gilt, wenn ein konstantes Eigenkapital vorausgesetzt wird, siehe [Gründl / Schmeiser 2002], was bei Betrachtung eines mehrjährigen Zeithorizontes eine deutliche Einschränkung dargestellt, bei einem einjährigen Zeithorizont – wie hier betrachtet – jedoch unterstellt werden kann. So weisen Gründl und Schmeiser darauf hin, dass die unterschiedlichen Performancemaße grundsätzlich nicht mit einer Unternehmenszielfunktion wie der Marktwertmaximierung kompatibel sind.

⁴ Siehe hierzu auch [McNeil / Frey / Embrechts 2005].

⁵ Vgl. [Gründl / Schmeiser 2005].

⁶ Siehe [Gründl / Schmeiser 2006].

⁷ Dies ist in der Praxis häufig im Bezug auf Erdbeben-, Sturm- oder Überschwemmungsrisiken der Fall.

komaßen und Allokationsverfahren auftreten, was in der Praxis (im Bezug auf Erdbeben- oder Sturmrisiken) der Fall sein kann. In Abschnitt 4 wird aufgezeigt, unter welchen Voraussetzungen mittels der *TVaR*-Allokation die „richtigen“ Anreize für Strategien (z.B. Ausbau des Geschäftes, Einbeziehung von Selbstbehalten, Rückversicherung) gegeben werden können.

2 Definition und Bestimmung von Risikokapital

2.1 Modellrahmen

Wir legen den Modellrahmen eines Internen Modells der Schaden- und Unfallversicherung zugrunde, das auf Simulationen beruht.⁸ Analytische Modelle sind bei Kompositversicherern in der Regel nicht einsetzbar, da hierbei die Schaden- bzw. Ergebnisverteilungen nur unter unrealistischen Annahmen bestimmt werden können.

In dem Internen Modell werden die Ergebnisse der steuerungsrelevanten Versicherungspartnen und Assetklassen nach ökonomischen Grundsätzen modelliert und unter Vorgabe geeigneter Abhängigkeiten aggregiert.⁹ Der für das zukünftige Kalenderjahr t prognostizierte ökonomische Gewinn ÖkErg_Ges_t kann durch die Veränderung der ökonomischen Eigenmittel innerhalb dieses Kalenderjahres dargestellt werden (siehe Abbildung 1):¹⁰

$$(1) \quad \text{ÖkEM}_t - \text{ÖkEM}_{t-1} = \text{ÖkErg_Ges}_t.$$

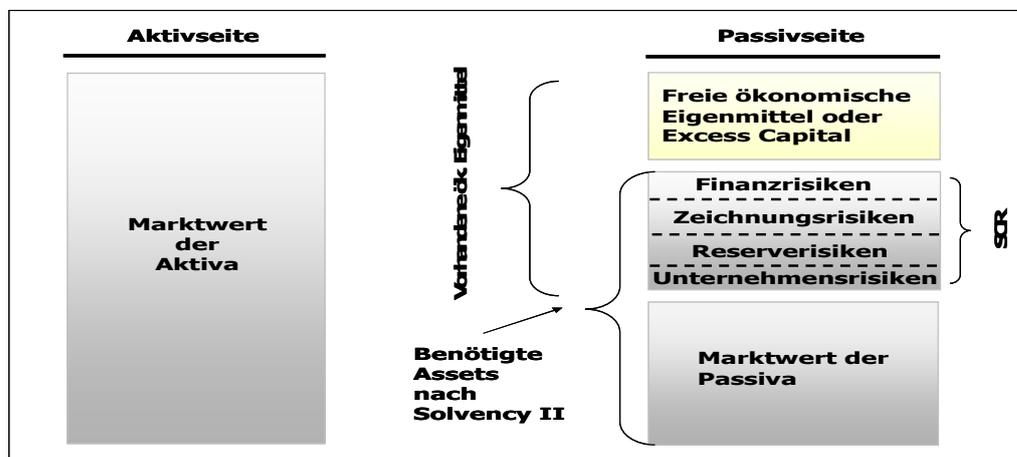


Abbildung 1: Komponenten einer Marktwertbilanz¹¹

Mit Hilfe der Zerlegung des ökonomischen Gesamtergebnisses können versicherungstechnisches Risiko, Kapitalanlage- und operationale Risiken definiert und quantifiziert werden:

⁸ Siehe z.B. [Diers 2007a].

⁹ Siehe hierzu ausführlich [Diers 2007a].

¹⁰ Etwas vereinfachte Darstellung, z.B. Vernachlässigung der sonstigen Aktiva und Passiva. Siehe hierzu auch [Osetrova / Schmeiser 2005].

¹¹ Der Marktwert der Passiva entspricht dem Best Estimate der Rückstellungen, den sonstigen Passiva und der Risikomarge.

$$(2) \quad \ddot{O}kErg_Ges_t = \ddot{O}kErgKA_t + \ddot{O}kErgvt_t - O_t - A_t.$$

Hierbei bezeichnen wir mit O_t den Einfluss der operationalen Risiken und mit A_t die Steuern und Gewinnausschüttung an die Anteilseigner.

Für eine ökonomische Bewertung der Kapitalanlagen (KA) wird der Kapitalanlagebestand (unter Berücksichtigung der Einflüsse der versicherungstechnischen Cashflows) im Zeitpunkt $t = 0$ mittels Kapitalmarktszenarien, die stochastischen Real World Modellen entstammen, und einer Vielzahl von Managementregeln für ein Jahr oder in mehrjährigen Modellen für mehrere Jahre fortgeschrieben. Analog zum versicherungstechnischen Ergebnis, das pro Sparten-Kundengruppen-Kombination ermittelt werden kann, kann auch das ökonomische KA-Ergebnis je nach Modellierungstiefe auf der kleinsten Ebene der modellierten Assets dargestellt werden.

Das ökonomische Kapitalanlageergebnis $\ddot{O}kErgKA_t$ errechnet sich aus den Ergebnissen $\ddot{O}kErgAsset_t^a$ der einzelnen Assetklassen $a \in A$ am Ende des Jahres t . Somit wird der ökonomische Gewinn auf der kleinsten Ebene der modellierten Assets berechnet:¹²

$$(3) \quad \ddot{O}kErgKA_t = \sum_{a \in A} \ddot{O}kErgAsset_t^a \quad \text{und}$$

$$(4) \quad \ddot{O}kErgAsset_t^a = MWE_t^a + Ert_t^a + Til_t^a - MWA_t^a - AufKA_t^a,$$

mit dem Marktwert MWE_t^a von a am Ende des Jahres t vor Neuanlage bzw. Verkauf, dem Marktwert MWA_t^a von a am Anfang des Jahres t nach Neuanlage bzw. Verkauf, den Erträgen Ert_t^a von a im Jahr t , den Tilgungen Til_t^a von a im Jahr t und den Aufwendungen für Kapitalanlagen $AufKA_t^a$ am Jahresende, die ebenfalls den einzelnen Assetklassen zugeordnet werden sollten.¹³

Um eine unterjährige Steuerung der Kapitalanlagen zu ermöglichen, kann das ökonomische Kapitalanlageergebnis – wenn dies gewünscht ist – auch unterjährig berechnet werden.¹⁴

Das versicherungstechnische Ergebnis $\ddot{O}kErgvt_t$ ermittelt sich aus den Ergebnissen, auf deren Basis Zeichnungs- und Reserverisiko bestimmt werden können:

$$(5) \quad \ddot{O}kErgvt_t$$

¹² In dem ökonomischen KA-Ergebnis sind alle der Kapitalanlage zuzuordnenden Kostenpositionen zu berücksichtigen. A bezeichne die Menge aller Assetklassen.

¹³ Mit Erträgen sind hier Zinsen inklusive aufgelaufener Stückzinsen, Dividenden und Mieten bezeichnet. Es handelt sich hierbei um Erträge nach Ausfall (von Zinspapieren). Tilgungen treten nur bei Zinspapieren auf. Wenn die Summe aus Erträgen und Tilgungen der Aktiva und vt. Cashflow positiv ist, wird diese Summe neu in Assets angelegt (ggf. findet ein Rebalancing statt). Ist die Summe negativ, werden Assets verkauft, um den Fehlbetrag auszugleichen.

¹⁴ Allerdings muss in diesem Fall auch der versicherungstechnische Cashflow unterjährig vorliegen.

$$\begin{aligned}
 &=^{15} \quad B_t - K_t - U_t && \left. \vphantom{B_t - K_t - U_t} \right\} \begin{array}{l} \text{Anfalljahresergebnis} \\ \text{Zeichnungsris. (Kal.jahr)} \end{array} \\
 &\quad - P_t + P_{t-1}, && \left. \vphantom{- P_t + P_{t-1}} \right\} \begin{array}{l} \text{Abwicklungsergebnis} \\ \text{Reserverisiko Kalenderjahr} \end{array}
 \end{aligned}$$

mit

- B_t : verdiente Beitragseinnahmen in t ,
 K_t : Kosten (Betriebskosten, Provisionen, interne Schadenregulierungskosten, Feuerschutzsteuer) in t ,
 U_t : Prognose für den Endschadenstand für Geschäftsjahresschäden im Zeitpunkt t ,
 P_t : Prognose für den Endschadenstand für Vorjahresschäden (in Bezug auf t) im Zeitpunkt t ,
 P_{t-1} : Prognose für den Endschadenstand für Vorjahresschäden (in Bezug auf t) im Zeitpunkt $t-1$,

wobei alle versicherungstechnischen Größen wie Beiträge, Endschadenstände (diskontierte Cashflows) und Kosten als Nettogrößen, d.h. nach Rückversicherung, betrachtet und die externen Schadenregulierungskosten zusammen mit dem Schaden erfasst werden und – genau wie die Kapitalanlageergebnisse – Zufallsgrößen sind, die es (auf der Basis von Beobachtungen) zu prognostizieren gilt.¹⁶

In Internen Modellen werden die Zeichnungsrisiken zunächst brutto modelliert¹⁷ und die Rückversicherungsverträge auf Einzelvertragsebene abgebildet. Dies ermöglicht eine Bewertung des Bruttogeschäftes nach Ertrags- und Risikogesichtspunkten und eine Beurteilung einzelner Rückversicherungsverträge oder alternativer Rückversicherungsstrukturen auf ihre Effizienz.

Die Prognosen für die Endschadenstände U_t und P_t können z.B. mittels *Re-Reserving* berechnet werden, was bedeutet, dass in jedem Simulationspfad im Zeitpunkt t eine „Best Estimate“-Schätzung eines „automatisierten Aktuars“¹⁸ durchgeführt wird. So liegt dem für das zukünftige Kalenderjahr t prognostizierten ökonomischen Gewinn $\text{ÖkErg}_{\text{Ges},t}$ eine auf ein Kalenderjahr abgegrenzte Risikosicht zugrunde. Risiken, die sich erst in späten Abwicklungsjahren realisieren, zeigen sich in mehrjährigen Risikomodellen demnach erst in späteren simulierten Kalenderjahren.¹⁹

Die Versicherungstechnik stellt der Kapitalanlage den Anlagebetrag zur Verfügung und würde ansonsten den risikolosen Zins darauf erwirtschaften können. Deswegen sollte der Versicherungstechnik und auch den sonstigen Passivpositionen dieser risikolose Zins (auf

¹⁵ Diese Gleichung beschreibt die Trennung in Zeichnungs- und Reserverisiko in der Kalenderjahressicht.

¹⁶ Dabei geschieht die Prognose auf der Basis von Beobachtungen (Schäden der Vergangenheit). Zur Modellierung in Internen Modellen siehe [Diers 2007a].

¹⁷ Eine Modellierung auf Nettobasis wäre schon alleine aufgrund der sich ändernden Rückversicherungsstruktur nicht möglich.

¹⁸ eine Diskussion bzgl. der Möglichkeiten und Einschränkungen wird an dieser Stelle nicht geführt, ist aber notwendig

¹⁹ In einjährigen Modellen kann auch die ultimative Risikosicht herangezogen werden. Zu diesen Darstellungen siehe auch [Diers 2007c]. Zu der analytischen Darstellung der Berechnung von Abwicklungsergebnissen auf der Basis des Chain-Ladder-Modells siehe [Wüthrich / Merz / Lysenko].

die Rückstellungen, das zugeteilte Risikokapital, etc.) auch gutgeschrieben werden und gleichermaßen die Kapitalanlage um diesen Betrag belastet werden.

Mittels dieser Ergebnisgrößen kann nun das benötigte Risikokapital (als Abweichung von Null) berechnet werden. Eine Alternative besteht darin, als Risiko die Abweichung vom Erwartungswert zu messen. Dann sind zur Risikokapitalberechnung die Ergebnisgrößen um den Erwartungswert zu vermindern. (Diese Risikodefinition wurde in den QIS 3 gewählt). Im Gegenzug ist der Erwartungswert bei den ökonomischen Eigenmitteln zu berücksichtigen.

Die Kapitalgeber werden auf das von ihnen zur Verfügung gestellte Kapital eine risikoorientierte Mindestverzinsung (die sogenannten Kapitalkosten) verlangen. Diese Anforderung wird in bestimmten Kennzahlen, z.B. dem *Economic Value Added* (EVA), als Abzugsterm berücksichtigt, so dass dann das erwartete Ergebnis gemessen wird, das über die zu erwirtschaftenden Kapitalkosten hinausgeht.

2.2 Risikokapital

Bei der Bestimmung von Risikokapital stellt sich die Frage nach der Wahl eines „guten“ Risikomaßes. So definieren Artzner²⁰ et al. die folgenden vier Axiome und bezeichnen ein Risikomaß kohärent, wenn es alle vier Axiome erfüllt.

Sei \mathcal{X} eine Menge von reellen Zufallsvariablen, die als Zufallsvariablen des Verlustes interpretiert werden können. Dann ist die Funktion

$$\rho: \mathcal{X} \rightarrow \mathbb{R}$$

ein *kohärentes Risikomaß*, wenn für alle $X, Y \in \mathcal{X}$ und $\lambda \in \mathbb{R}$ die vier folgenden Axiome erfüllt sind.

1. *Translationsinvarianz*: $\rho(X + a) = \rho(X) + a$, für alle $a \in \mathbb{R}$.

Die Translationsinvarianz besagt, dass ein Verlust in Höhe von a Geldeinheiten vollständig mit Kapital hinterlegt werden muss. Hieraus folgt die Beziehung $\rho(X - \rho(X)) = 0$. Verfügt ein Unternehmen demnach über das Risikokapital $\rho(X)$, so ist die Gesamtrisikoposition zum vorgegebenen Sicherheitsniveau tragbar, d.h. es entsteht kein weiterer Kapitalbedarf.

2. *Positive Homogenität*: $\rho(\lambda X) = \lambda \rho(X)$, für alle $\lambda \geq 0$.

Zeichnet ein Unternehmen ein Risiko X und verändert seinen Anteil auf λX , so ändert sich das Risikokapital ebenfalls proportional. Dies ist beispielsweise bei der Quotenrückversicherung der Fall, bei der der Erstversicherer den Anteil λ , $0 \leq \lambda \leq 1$, selbst trägt und den Anteil $(1-\lambda)$ an den Rückversicherer übergibt.

²⁰ Siehe [Artzner / Delbaen / Eber / Heath 1999].

3. *Monotonie*: $\rho(X) \geq \rho(Y)$, für alle $X \geq Y$.

Wenn ein Segment mit Sicherheit einen höheren Verlust ausweist als ein anderes Segment, so ist für dieses auch mehr Kapital zu hinterlegen.

4. *Subadditivität*: $\rho(X + Y) \leq \rho(X) + \rho(Y)$.

Die Subadditivität besagt, dass das Risiko zweier zusammengelegter Portefeuilles niemals größer ist als die Summe der Einzelrisikopositionen.

Diese vier Axiome beschreiben Eigenschaften, die einem intuitiven Risikobegriff entsprechen. Gerade dem Axiom der Subadditivität wird dabei eine große Bedeutung beigemessen, da mit dessen Hilfe Diversifikationseffekte im Versicherungsportefeuille erfasst werden können.²¹

Wir werden im Folgenden zwei in der Praxis häufig angewandte Risikomaße heranziehen. Beim *Value-at-Risk* wird der negative Wert des Ergebnisses als Risikokapitalbedarf festgesetzt, das lediglich mit einer kleinen Wahrscheinlichkeit von α unterschritten wird,²² d.h. der Value-at-Risk zu einem hohen Konfidenzniveau $1-\alpha$ ist definiert als das $(1-\alpha)$ -Quantil der Verteilung F_L des Verlustes L :

$$VaR_\alpha(L) := Q_{1-\alpha}(L) = \inf\{x \in \mathbb{R} : F_L(x) \geq 1 - \alpha\}.$$

Unterschiedliche Risikocharakteristika jenseits des interessierenden $(1-\alpha)$ -Quantils fließen nicht in die Value-at-Risk-Konzeption mit ein, so dass die Risikoeinstufung zweier Handlungsalternativen in Abhängigkeit des betrachteten Konfidenzniveaus durchaus variieren kann. Das Tailverhalten der zugrunde liegenden Ergebnisverteilung hat demnach jenseits des definierten Konfidenzniveaus keine Auswirkung auf den Value-at-Risk. Gerade die Einbeziehung des Tails ist bei der Bestimmung des Risikokapitals in der Schaden- und Unfallversicherung aufgrund der Auswirkungen von Extremereignissen (z.B. Terroranschlägen oder Naturkatastrophen wie Stürmen, Erdbeben, Überschwemmungen oder Hagelereignissen) von Interesse.²³

Ein weiterer Nachteil des Value-at-Risk ist die fehlende Eigenschaft der Subadditivität, womit der Value-at-Risk kein kohärentes Risikomaß ist.²⁴ Allerdings erfüllt der Value-at-Risk die Subadditivitätsbedingung für normalverteilte (und allgemeiner elliptisch verteilte) Zufallsgrößen bei hinreichend großem Sicherheitsniveau.²⁵ Bei den Schadenverteilungen von Schaden- und Unfallversicherern wird in der Regel die Klasse der elliptischen Verteilungen verlassen, was zur Folge hat, dass die Subadditivitätsbedingung verletzt ist.²⁶

²¹ Siehe z.B. [Koryciorz 2004]. In [Klüppelberg / Rootzén 1999] wird zum Axiom der Subadditivität und zu dessen impliziter Aussage "big is beautiful" im Fall von Katastrophenrisiken kritisch Stellung bezogen.

²² Zur Definition des Value-at-Risk vgl. z.B. [Albrecht 2003].

²³ Hierbei handelt es sich um selten auftretende Ereignisse mit enormer Schadenhöhe.

²⁴ Siehe hierzu [Albrecht 2003]. Der Value-at-Risk erfüllt die ersten drei Axiome.

²⁵ Für $0,5 \leq 1-\alpha < 1$ ist der Value-at-Risk im Falle elliptisch verteilter Zufallsgrößen subadditiv. Zu den Details siehe z.B. [McNeil / Frey / Embrechts 2005].

²⁶ Siehe [Artzner / Delbaen / Eber / Heath 1999].

Der *Tail-Value-at-Risk* (*TVaR*) weist die oben genannten Schwächen nicht auf. Für eine Zufallsvariable des Verlustes L gilt

$$\text{TVaR}_\alpha(L) = E[L | L \geq \text{VaR}_\alpha(L)] = \underbrace{\text{VaR}_\alpha(L)}_{\substack{\text{größtmöglicher Verlust} \\ \text{in } 100(1-\alpha)\% \text{ der Fälle}}} + E[\underbrace{L - \text{VaR}_\alpha(L)}_{\substack{\text{mittlere bedingte Über-} \\ \text{schreitung dieses Verlustes}}}]$$

Der *TVaR* gibt demnach den (bedingten) erwarteten (durchschnittlichen) Verlust in den Fällen an, in denen dieser mindestens so groß ist wie der Value-at-Risk, d.h. der *TVaR* beinhaltet zur *Quantilsreserve* *VaR* eine zusätzliche *Excessreserve* für die mittlere Überschreitung des *VaR*. An dieser Stelle fließen demnach die Risikocharakteristika des Tails (jenseits des Konfidenzniveaus) in die Risikokapitalberechnung ein.

Der *TVaR* ist für Zufallsvariablen X, Y mit stetiger Verteilung ein kohärentes Risikomaß. Das heißt insbesondere, dass der *TVaR* unter dieser Voraussetzung das Axiom der *Subadditivität* erfüllt.

Neben den dargestellten Vorteilen des *TVaR* bezüglich der Subadditivität und der Tatsache, dass die Risikocharakteristika des Tails (jenseits des Konfidenzniveaus) mit in die Risikokapitalberechnung einfließen, sollen hier einige kritische Anmerkungen gemacht werden. Die Anwendung des *TVaR* setzt eine sehr sorgfältige Modellierung des Tails voraus, die sich in der Praxis u.a. aufgrund der fehlenden Erfahrungswerte oft als äußerst schwierig herausstellt.²⁷ Gleiches gilt für die Struktur und Höhe der Abhängigkeiten die Extremereignisse betreffend, die starke Auswirkungen auf den Risikokapitalbedarf haben. Des Weiteren wird konstatiert, dass das Auftreten von seltenen Ereignissen extremen Ausmaßes (z.B. bei der Naturgefahrenmodellierung) zu absurden Risikokapitalien führen kann.²⁸ Ein weiterer Kritikpunkt betrifft die Konzeption des *TVaR*, dem der Erwartungswertbegriff zugrunde liegt. Den empirischen Gegenpart des Erwartungswertbegriffs stellt das Gesetz der großen Zahlen dar. Dieses ist allerdings unvereinbar mit einem „einmaligen“ Ereignis, nämlich der ruinösen Überschreitung eines Schwellenwertes.²⁹ Trotz dieser Kritik verwenden wir im Folgenden für die weiteren Betrachtungen den *TVaR* als Risikomaß, obwohl deutlich darauf hingewiesen werden soll, dass die Wahl eines adäquaten Risikomaßes im Einzelfall gut überlegt werden muss.

²⁷ Ursache hierfür ist die Tatsache, dass Extremereignisse (wie 1.000-, 10.000-, oder auch 100.000- Jahresereignisse) modelliert werden müssen, für die keinerlei Erfahrungswerte vorliegen. Hier können z.B. geeignete Naturgefahrenmodelle herangezogen werden, die Schadeninformationen in Form sogenannter Event Loss Tables für den Bestand des Versicherers erzeugen. Diese Informationen sind mit Hilfe der internen Schadendaten zu plausibilisieren, siehe z.B. [Diers 2007d].

²⁸ Zur kritischen Beurteilung des *TVaR* siehe [Pfeifer 2004], [Straßburger 2006] und [McNeil / Frey / Embrechts 2005].

²⁹ Siehe [Rootzén / Klüppelberg 1999] und [Pfeifer 2007].

3 Fallstudie: Konzepte für die Allokation von Risikokapital

3.1 Grundlagen zur Risikokapital-Allokation

Da der Diversifikationseffekt durch den Ausgleich zwischen den Risiken erst auf Gesamtunternehmensebene entsteht, ist es kaum möglich, den Anteil der einzelnen Risiken am Gesamtdiversifikationseffekt objektiv bzw. frei von Willkür zu bestimmen. Allerdings können Verfahren definiert werden, die den Diversifikationseffekt den einzelnen Risiken zuordnen und mit den jeweiligen übergeordneten Zielen, die mit den Allokationsverfahren unterstützt werden sollen, vereinbar sind (siehe Abschnitt 4).

Sei $\rho : \mathcal{X} \rightarrow \mathbb{R}$ ein Risikomaß, wobei \mathcal{X} die Menge aller reellen Zufallsvariablen darstelle. Ein Allokationsverfahren ρ_A ist eine Abbildung

$$\rho_A : \mathcal{X} \rightarrow \mathbb{R}$$

die die Segmentverluste L_i auf die zugehörigen Allokationsbeiträge $\rho_A(L_i | L)$ abbildet. In der Literatur ist eine Vielzahl von Allokationsverfahren bekannt. Ein Allokationsverfahren heißt *kohärent*, wenn es den vier Axiomen von Denault genügt.³⁰

1. *Vollständige Kapitalallokation:* $\sum_{i=1}^n \rho_A(L_i | L) = \rho(L)$.

Das Axiom der vollständigen Allokation fordert demnach, den Risikokapitalbedarf des Gesamtunternehmens vollständig auf die Segmente aufzuteilen.

2. *Kollektives Exzessverbot:* $\sum_{i \in TK} \rho_A(L_i | L) \leq \rho(\sum_{i \in TK} L_i)$, für alle $TK \subseteq \{1, \dots, n\}$.

Das Axiom 2 besagt, dass das auf ein Teilkollektiv TK allokierte Risikokapital niemals größer sein darf als das Risikokapital, das für dieses Teilkollektiv bei isolierter Betrachtung ermittelt worden wäre. Bei Verstoß gegen dieses Axiom könnte für ein Teilkollektiv der Steuerungsimpuls abgeleitet werden, sich vom Unternehmen zu lösen, was sich aus Gesamtunternehmenssicht negativ auswirken würde.

3. *Symmetrie:*

Das Axiom der Symmetrie fordert, dass die Risikokapitalallokation keinen anderen Einflüssen als der Verteilung und den stochastischen Abhängigkeiten zwischen den Segmentergebnissen unterliegt.³¹

4. *Risikolose Allokation:* $\rho_A(L_i | L) = c$, falls $L_i = c \in \mathbb{R}$.

³⁰ Vgl. [Denault 2001].

³¹ Vgl. hierzu ergänzend [Koryciorz 2004].

Einem Unternehmenssegment, das einen sicheren Verlust von c generiert, ist somit genau dieser Betrag als Risikokapital zuzuweisen. Ebenso ist bei einem sicheren Gewinn ein entsprechend negatives Risikokapital auszuweisen.

Diese Axiome sind intuitiv eingänglich und bilden sicherlich eine Grundlage für die Beurteilung der Adäquanz von Allokationsverfahren.³² Dennoch sollte die Güte von Allokationsverfahren immer vor dem Hintergrund der Fragestellungen, die in diesem Zusammenhang untersucht werden sollen, beantwortet werden. An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, dass die Rangfolge bzgl. der Höhe der Allokationsbeiträge der einzelnen Segmente von der Wahl des Sicherheitsniveaus und des zugrunde liegenden Risikomaßes abhängt.

3.2 Beschreibung des Beispielbestandes

In den folgenden Abschnitten sollen vier Allokationsverfahren vor dem Hintergrund der praktischen Einsetzbarkeit bei der risikoadjustierten Performancesteuerung einer kritischen Analyse unterzogen werden. Wir legen im Folgenden einen einjährigen Betrachtungshorizont zugrunde und werden anhand der Verteilungen der Anfalljahresergebnisse (vor Rückversicherung) das für das Zeichnungsrisiko³³ benötigte Risikokapital ermitteln, wobei wir analog zu den Darstellungen in Abschnitt 2 das Anfalljahresergebnis G wie folgt definieren:

$$G = B - K - S + P.$$

Mit S seien die diskontierten zukünftigen Cashflows der Schadenzahlungen des betrachteten Anfalljahres bezeichnet, P sei das Kapitalanlageergebnis, das der Versicherungstechnik zugeordnet wird (Zinsen, siehe Abschnitt 2).

Wir modellieren 6 Unternehmenssegmente eines Beispielunternehmens, das eher Privatkundengeschäft und kleingewerbliches Geschäft zeichnet. Abbildung 8 zeigt die Beitragsstruktur. Bei der Schadenmodellierung wurde in Kumulschäden (d.h. Schäden, die aus Naturkatastrophen resultieren, hier Sturm, Hagel und Überschwemmung) und „normale Schäden“ unterschieden, wobei letztere pro Sparte getrennt in Basis- und Großschäden modelliert wurden.³⁴

Ohne Berücksichtigung von Diversifikationseffekten, d.h. bei Standalone-Betrachtung der 6 modellierten Unternehmenssegmente des Beispielunternehmens, wird den einzelnen Segmenten der in Abbildung 2 dargestellte Risikokapitalbedarf (für das Zeichnungsrisiko

³² Siehe [Koryciorz 2004].

³³ In den folgenden Abschnitten steht somit das Brutto-Zeichnungsrisiko im Vordergrund. Wir betrachten an dieser Stelle nicht das Risiko des Gesamtunternehmens, da die Ergebnisse aufgrund der vielen Komponenten wie Zeichnungsrisiko, Reserverisiko, Finanzrisiken, Rückversicherung und die Allokation auf Sparten, Rückversicherung und Kapitalanlageklassen deutlich komplexer für eine Analyse zugänglich sind. Die Vorgehensweise kann analog erfolgen.

³⁴ Auf die Darstellung der Modellierung soll hier verzichtet werden, da sie analog der in [Diers 2007a] dargestellten Vorgehensweise erfolgt.

brutto) zugewiesen.³⁵ Hierfür führen wir 100.000 Simulationen durch und ermitteln das Risikokapital nach dem *TVaR* zu den Sicherheitsniveaus von 99% und 99,8%.

In Mio. €		Beitrag	RAC (Standalone)	
			TVaR 99%	TVaR 99,8%
Allgemeine Haftpflicht		49	2	7
Kraftfahrt	gesamt	84	16	35
	Kraftfahrt-Haftpflicht	50	4	12
	Kasko	34	12	23
HUK		133	18	42
SACH		89	87	144
Feuer		45	20	25
Sturm		40	61	100
Überschwemmung		4	6	19
Summe		222	105	186

Abbildung 2: Beitragsstruktur und undiversifiziertes Risikokapital (Standalone) für das Zeichnungsrisiko des Beispielunternehmens

Im Rahmen der Standalone-Betrachtung entsteht keine Allokationsproblematik, da keine Diversifikationseffekte betrachtet werden. In der Realität sind die versicherten Segmente nicht alle vollständig positiv korreliert. In diesem Zusammenhang spielen die Abhängigkeitsstrukturen zwischen den einzelnen Zufallsvariablen (Basisschäden, Großschäden, Kumulschäden der einzelnen Sparten) eine wichtige Rolle, die geeignet zu modellieren sind. In unserem Beispielunternehmen resultieren die Abhängigkeiten zwischen den Zufallsvariablen der Anfalljahresergebnisse der von (gemeinsamen) Kumulereignissen (wie Stürmen und Hagel) betroffenen Sparten (Sturm, Kasko) aus der Kumulmodellierung.³⁶ Zwischen den Kumulereignissen Sturm und Hagel, wird eine lineare Korrelation von 20% unterstellt, die Überschwemmungsereignisse werden als dazu unabhängig modelliert. Dabei gehen wir von einem sehr geringen Bestand an Überschwemmungsrisiken aus (geringe Elementar-Anbündelung in der Gebäude-Versicherung). Ansonsten wird die stochastische Unabhängigkeit der Zufallsvariablen unterstellt.

3.3 Allokation von Risikokapital

Für das Brutto-Zeichnungsrisiko des Beispielunternehmens ergibt sich unter Berücksichtigung der Diversifikationseffekte ein benötigtes Risikokapital von 95 Mio. € (zum *TVaR* 99,8%). Im Vergleich zur Standalone-Betrachtung, nach der wir einen undiversifizierten Risikokapitalbedarf von 186 Mio. € ermittelt haben, sinkt der Risikokapitalbedarf bei der diversifizierten Betrachtung somit auf ca. 51%. Es stellt sich demnach die Frage nach der „angemessenen“ Verteilung des Diversifikationseffektes.

Abbildung 3 stellt die Allokationsergebnisse von drei betrachteten Allokationsverfahren für das Beispielunternehmen nebeneinander. Die hier angewandten Verfahren werden in den nächsten Abschnitten erläutert und vor dem Hintergrund der Anwendbarkeit im Steuerungskontext bewertet. Da sich bei den Allokationsbeiträgen in diesem Beispiel keine

³⁵ Bei der Standalone-Betrachtung wird davon ausgegangen, dass jedes der 6 modellierten Unternehmenssegmente für sich allein betrachtet wird. Es wird kein Risikoausgleich zu anderen Segmenten zugelassen.

³⁶ Der starke Einfluss der Kumule auf den Risikokapitalbedarf des Gesamtunternehmens wird sich bei allen Unternehmen, die Kumule wie Sturm- oder Erdbebenrisiken versichern in mehr oder weniger deutlicher Weise zeigen.

strukturellen Unterschiede zwischen den verwendeten Konfidenzniveaus zeigen, analysieren wir im Folgenden die Ergebnisse zum höheren Konfidenzniveau 99,8%.

Allokiertes Risikokapital in Mio. €		Standalone-Proportional		Kovarianz-Prinzip		TVAR-Prinzip	
		TVaR 99%	TVaR 99,8%	TVaR 99%	TVaR 99,8%	TVaR 99%	TVaR 99,8%
Allgemeine Haftpflicht		1	4	2	3	-5	-5
Kraftfahrt	gesamt	8	18	8	14	-3	-2
	Kraftfahrt-Haftpflicht	2	6	2	4	-7	-7
	Kasko	6	12	6	10	4	5
HUK		9	21	10	17	-8	-7
SACH		45	74	44	78	62	102
Feuer		10	13	8	14	4	4
Sturm		31	51	36	63	58	98
Überschwemmung		3	10	0	1	0	0
Summe		54	95	54	95	54	95

Abbildung 3: Risikokapital-Allokation nach verschiedenen Verfahren

3.3.1 Standalone-Proportionale Allokation

Das *Standalone-Proportionale Kapitalallokationsprinzip*³⁷ weist neben dem Vorteil des sehr einfachen und leicht nachvollziehbaren Aufbaus einen wesentlichen Nachteil auf, nämlich die Ignorierung der Abhängigkeitsstrukturen des betrachteten Portefeuilles. Da der Risikokapitalbedarf in unserem Beispiel bei der diversifizierten Betrachtung im Vergleich zur Standalone-Betrachtung auf ca. 51% sinkt, wird der undiversifizierte Risikokapitalbedarf jedes Segmentes bei der Standalone-Proportionalen Allokation dementsprechend auf 51% des Standalone-Risikokapitals reduziert (siehe Abbildung 3).

Die Sturmsparte scheint ein wesentlicher Treiber des Risikokapitalbedarfs zu sein – allein 100 Mio. € des Standalone-Risikokapitals entfallen auf diese Sparte. Dies bestätigt Abbildung 4, in der die simulierten Anfalljahresergebnisse des Gesamtunternehmens gegen die der Sparte Sturm aufgetragen wurden. Hier zeigt sich deren starke Dominanz im Tail-Bereich des Gesamtergebnisses, denn die schlechtesten Szenarien des Unternehmens fallen mit den schlechtesten Szenarien der Sturmsparte zusammen, was bei der Risikokapital-Allokation geeignet berücksichtigt werden sollte.

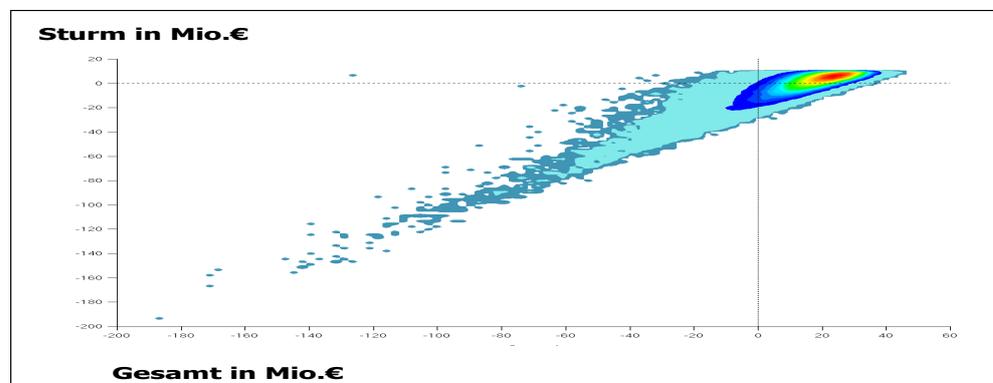


Abbildung 4: Abhängigkeitsstruktur der simulierten Anfalljahresergebnisse des Gesamtunternehmens versus Sturm

³⁷ Siehe [Koryciorz 2004] oder [Albrecht 1997].

Die Abhängigkeitsstrukturen werden bei der hier betrachteten Allokationsmethode nicht einbezogen. Vor diesem Hintergrund ist der Diversifikationseffekt, der den Sturmsparten bei der Standalone-Proportionalen Allokation zugewiesen wird, sehr hoch. Ein im Rahmen der strategischen risikoadjustierten Performanctestuerung sinnvolles Allokationsverfahren sollte die Segmente, die untereinander eine gute Diversifikation aufweisen, zum Ausbau des Geschäftes anregen. Demnach sind Allokationsverfahren zu bevorzugen, die stochastische Abhängigkeiten im Allokationsergebnis berücksichtigen.

3.3.2 Kapitalallokation nach dem Kovarianz-Prinzip

Das *Kovarianz-Prinzip* stellt im Vergleich zur Standalone-Proportionalen Kapitalallokation eine deutliche Verbesserung dar, da hier zumindest lineare Abhängigkeitsstrukturen explizit erfasst werden. Die Allokation nach dem Kovarianz-Prinzip erfolgt proportional zu den einzelnen Segmentbeiträgen zur Gesamtvarianz $Var(L)$:

$$x_i = \frac{Cov(L_i, L)}{Var(L)}, \quad 1 \leq i \leq n.$$

Die Allokationsfaktoren offenbaren die Analogie zum Beta-Faktor des CAPM.^{38, 39}

Da in Internen Modellen aus Gründen der Vorsicht in der Regel nicht von negativen Korrelationen ausgegangen wird, führt das Kovarianz-Prinzip auf keine negativen Risikokapitalien.⁴⁰

Die Sparte Sturm erhält aufgrund der großen Varianz des Anfalljahresergebnisses das größte Risikokapital zugewiesen (siehe Abbildung 3). Obwohl das Anfalljahresergebnis der Sparte Kasko eine deutlich geringere Varianz aufweist als das der Sparte Feuer erklärt sich der (verhältnismäßig hohe) Allokationsbeitrag der Sparte Kasko durch die hohe lineare Korrelation (von ca. 50%) zu den Ergebnissen der Sturm-Sparte und damit zu den Gesamtergebnissen. So weisen die Allokationsbeiträge dieses Verfahrens auf die Schwankungen (Varianzen) der Spartenergebnisse und auf die linearen Abhängigkeiten innerhalb des Kollektivs hin.

Nachteil des Kovarianz-Prinzips ist, dass nur lineare Abhängigkeiten erfasst werden, so dass die Abhängigkeitsstruktur, z.B. eine verstärkte Tail-Abhängigkeit, die in der Schaden- und Unfallversicherung nicht selten auftritt, unzureichend berücksichtigt wird. Die darüber hinaus undifferenzierte Erfassung von Über- und Unterschreitungen des Erwartungswertes⁴¹ kann zur Folge haben, dass ein Segment in der Standalone-Betrachtung weniger Risikokapital benötigt als nach Allokation, wodurch das Segment den aus Ge-

³⁸ Eine Überprüfung der Axiome für die kohärente Kapitalallokation zeigt, dass zwar die Axiome der vollständigen Allokation und der Symmetrie erfüllt sind. Dies gilt im Allgemeinen nicht für die Axiome des individuellen Exzessverbotes und der risikolosen Allokation, da sichere Verluste in einer Sparte immer zu einem Risikokapitalbedarf von null führen, siehe [Koryciorz 2004].

³⁹ CAPM: Capital Asset Pricing Model

⁴⁰ Auch im GDV-Modell und im Rahmen der QIS-Studien wurden negative Korrelationen explizit ausgeschlossen, um die Gefahr einer Überschätzung der Diversifikationseffekte einzudämmen, vgl. [BaFin 2006].

⁴¹ Dieser kann mit dem Co-Semivarianz-Prinzip eingedämmt werden. Siehe [Bamberg / Dorfleitner / Glaab 2005].

samtunternehmenssicht unerwünschten Impuls erhielte, sich aus dem Gesamtunternehmen abzulösen. Hierzu soll ein Beispiel gegeben werden.

Ein Unternehmen versichere zwei Risiken dieses Beispielunternehmens, zum einen die Sparte Feuer mit Verlust L_F , zum anderen die Sparte Überschwemmung mit Verlust L_{EL} , wobei der Bestand der Sparte Überschwemmung (durch die Erhöhung der Vertragsanzahl) um das fünffache vergrößert wurde. Die Schadenverläufe beider Sparten seien stochastisch unabhängig.

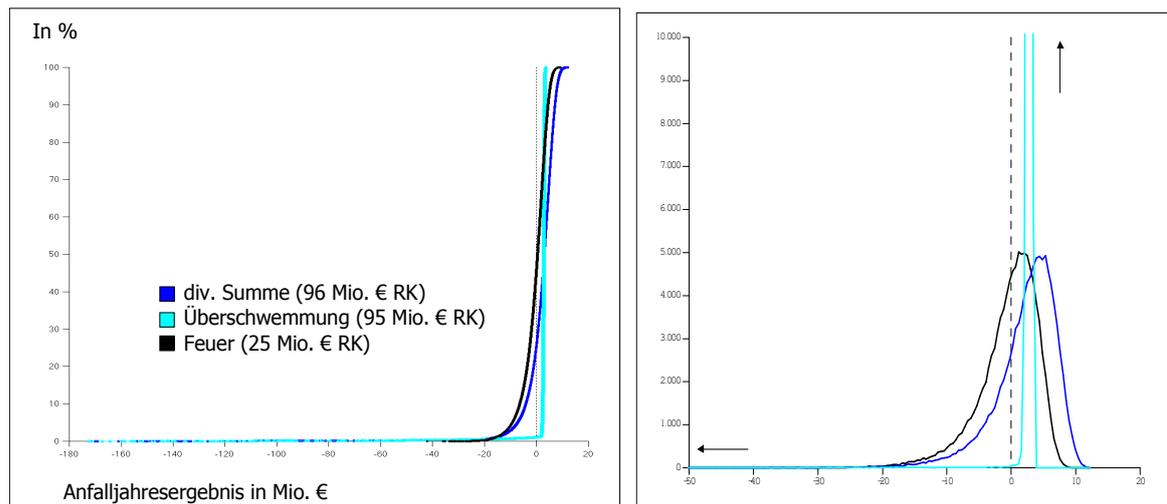


Abbildung 5: Sim. Verteilungsfunktion der Anfalljahresergebnisse unter Angabe der Risikokapitalien RK zum $TVaR$ 99,8% (links) und Ausschnitt der zugehörigen Häufigkeitsverteilung (rechts)

Die Sparte Überschwemmung ist durch sehr selten auftretende Extremereignisse gekennzeichnet ist, die den Tail des Gesamtrisikos dominieren (siehe Abbildung 5 links). Dabei resultiert die hohe Standardabweichung von $\sigma(L_{EL}) = 5,02 \cdot 10^6$ aus den extrem hohen Schäden, die mit sehr geringen Wahrscheinlichkeiten auftreten.

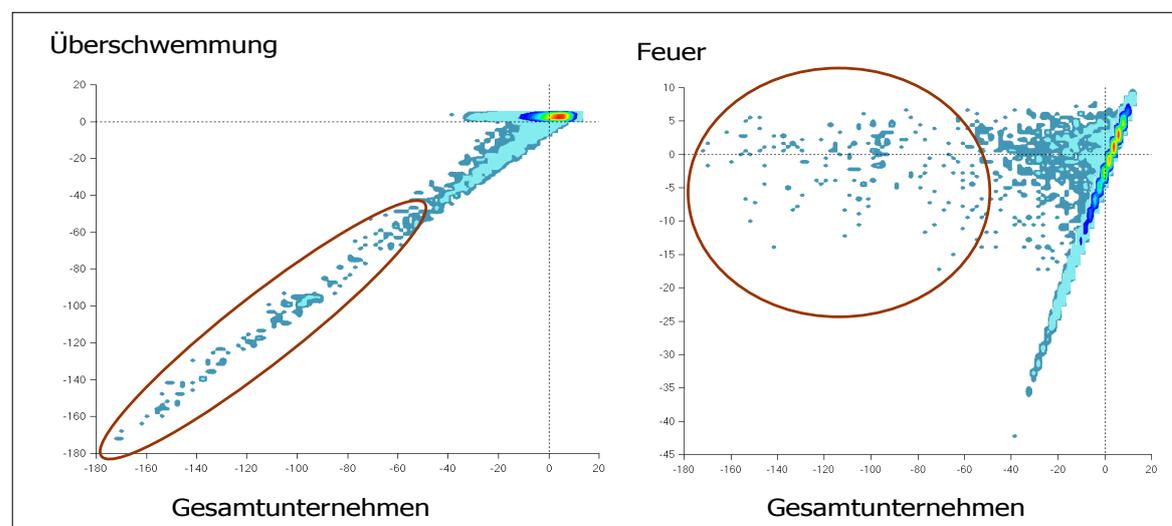


Abbildung 6: Abhängigkeitsstruktur der Anfalljahresergebnisse der beiden Sparten zum Gesamtrisiko (Value Scatter)

Im Gegensatz hierzu resultiert die Standardabweichung $\sigma(L_F) = 4,64 \cdot 10^6$ des Anfalljahresergebnisses der Feuer-Sparte sowohl aus deutlichen Über- als auch Unterschreitungen des Schadenerwartungswertes. Die Feuer-Sparte dominiert das Gesamtergebnis im Bereich der Perzentile, die für die Risikokapitalermittlung irrelevant sind, während der Tail-Bereich der Gesamtergebnisse mit guten und mittleren Ergebnissen der Feuer-Sparte zusammenfällt (siehe Abbildung 6 rechts, im Kreis finden sich die Szenarien, die für die Risikokapitalermittlung für das Gesamtunternehmen nach dem *TVaR* 99,8% relevant sind).

Aufgrund der stochastischen Unabhängigkeit der Zufallsvariablen der Verluste L_F und L_{EL} erhält die Sparte Feuer wegen

$$\frac{Cov(L_F, L_{Ges})}{Var(L_{Ges})} = \frac{\sigma^2(L_F)}{\sigma^2(L_F) + \sigma^2(L_{EL})} \approx \frac{21,53}{46,7} = 0,46$$

ein Risikokapital von $0,46 \cdot 96 \text{ Mio. €} = 44,2 \text{ Mio. €}$ zugewiesen. Dieser Wert ist nicht nur deutlich höher als das Standalone-Risikokapital von 25 Mio. €, sondern auch als der größte Verlust, der für die Feuer-Sparte in den 100.000 Simulationen erzeugt wird, was – wie oben bereits erwähnt – zu falschen Steuerungsimpulsen führen würde. Entsprechend entfällt auf die Sparte Überschwemmung ein (verhältnismäßig niedriges) Risikokapital von 52 Mio. €.

Im Gegensatz hierzu berücksichtigt das *TVaR*-Prinzip (siehe Abschnitt 3.3.4) den Risiko-Beitrag der Sparten zum Gesamt-Risikokapitalbedarf, so dass gemäß *TVaR*-Prinzip der Feuer-Sparte ein sehr viel geringer Risikokapitalbedarf von 0,9 Mio. € zugewiesen wird (siehe Abbildung 7).

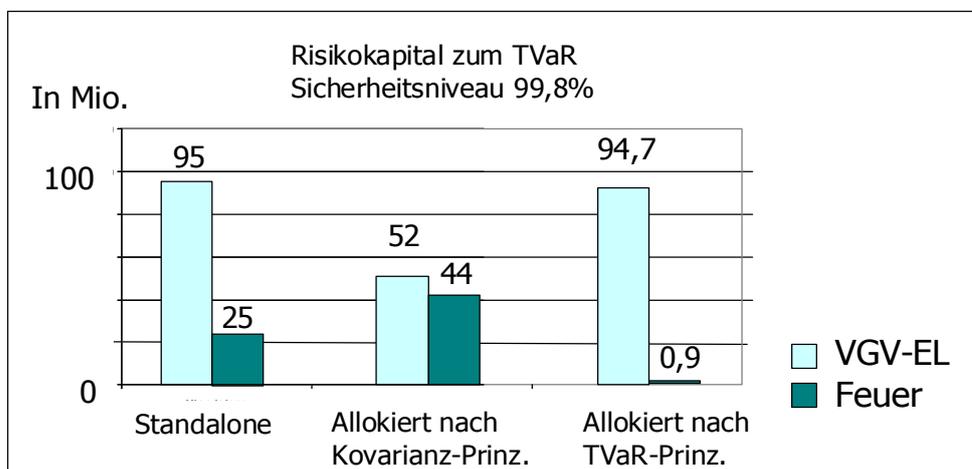


Abbildung 7: Risikokapital-Allokation nach dem Kovarianz-Prinzip und dem *TVaR*-Prinzip

3.3.3 Shapley-Wert

Das auf der Berechnung des *Shapley-Wertes* fußende Verfahren ist eine Erweiterung der inkrementellen Allokationsprinzipien und geht auf Shapley zurück. Grundidee dieses Verfahrens ist es, nicht nur – wie bei der Basisvariante der inkrementellen Kapitalallokation –

willkürliche Beitrittsreihenfolge der Geschäftssegmente, sondern alle möglichen Beitrittsreihenfolgen zu betrachten. Somit wird der Shapley-Wert als arithmetisches Mittel über die Allokationsergebnisse unter den einzelnen Beitrittsreihenfolgen berechnet:⁴²

$$\rho_{\text{Shapley}}(L_i | L) = \sum_{i \in TK, TK \subseteq \{1, \dots, n\}} \frac{(|TK| - 1)!(n - |TK|)!}{n!} \left[\rho\left(\sum_{k \in TK} L_k\right) - \rho\left(\sum_{k \in TK \setminus \{i\}} L_k\right) \right],$$

wobei $|TK| = \text{card}(TK)$ die Mächtigkeit des Teilkollektivs TK und n die Anzahl der Geschäftssegmente bezeichne.⁴³

Ein wesentlicherer Nachteil des Shapley-Wertes ist die komplexe Berechnungsformel. So gibt es bei einem Unternehmen mit n Segmenten $2^n - 1$ kombinatorisch mögliche Teilkollektive. Dies hat eine starke Begrenzung der Anzahl der Segmente zur Folge, die im Steuerungskontext allerdings nicht gewünscht ist.

Für unseren Beispielbestand führen wir zwei alternative Berechnungen durch, indem wir den Bestand auf zwei verschiedene Weisen segmentieren. Zum einen bilden wir vier Segmente, indem wir drei verschiedene Kumulsparten (1. Sturm, 2. Kasko, 3. Überschwemmung) und eine Nicht-Kumulsparte (bestehend aus allen weiteren Sparten) bilden. Auf die so entstehende Unternehmensstruktur mit vier Geschäftssegmenten wird der Shapley-Wert angewandt. Zum anderen wählen wir drei Segmente, indem wir eine Kumulsparte (bestehend aus Sturm, Kasko und Überschwemmung), eine HUK-ohne-Kumulsparte bestehend aus den restlichen HUK-Sparten (ohne Kasko) und eine Sach-ohne-Kumulsparte bestehend aus der Sparte Feuer definieren.

Allokiertes Risikokapital in Mio. €			
Segmentierung Version 1	Shapley-Wert		
	TVaR 99,5%	TVaR 99,8%	
Sturm	48	82	
Kasko	5	9	
Überschwemmung	4	5	
Nicht-Kumulsparte	-3	-1	
Summe	54	95	
Segmentierung Version 2			
Kumul	51	88	
HUK Rest (AH, KH)	-7	-5	
Feuer	10	12	
Summe	54	95	

Abbildung 8: Shapley-Wert

⁴² Es basiert auf spieltheoretischen Verfahren. Vgl. [Shapley 1953] und [Shapley 1971].

⁴³ Denault zeigt, dass der Shapley-Wert den Axiomen der vollständigen Allokation, der Symmetrie, der risikolosen Allokation und des individuellen Exzessverbotes genügt. Allerdings ist das kollektive Exzessverbot nur für additive Risikomaße erfüllt. Additive Risikomaße bilden jedoch den Diversifikationseffekt nicht ab. Das Allokationsproblem ist in diesem Fall trivial. Siehe [Denault 2001]. Bei nicht-additiven Risikomaßen – weder der Value-at-Risk noch der Tail-Value-at-Risk sind additiv – die im Versicherungskontext eingesetzt werden, ist demnach das Axiom des kollektiven Exzessverbotes nicht immer sichergestellt, was sicherlich eine gewisse Einschränkung bei der Einsatzfähigkeit des Shapley-Wertes bedeutet. Ob und inwieweit dieser Aspekt tatsächlich einen Nachteil darstellt, muss am konkreten Bestand und vor dem Hintergrund der konkreten Zielsetzung untersucht werden.

Die Allokationsergebnisse des Shapley-Wertes liegen in unserem Beispiel zwischen den Ergebnissen der Standalone-Proportionalen Allokation und dem *TVaR*-Prinzip (siehe Abbildungen 8 und 3), woraus allerdings nicht gefolgert werden kann, dass der Shapley-Wert einen Kompromiss zwischen den beiden Verfahren darstellt, da die in Abschnitt 3.3.4 dargestellte Aussagekraft des *TVaR*-Prinzips nicht auf den Shapley-Wert übertragbar ist. Der Shapley-Wert berücksichtigt die Abhängigkeiten zwischen den Teilbeständen, die sich aber nicht so stark auswirken wie beim *TVaR*-Prinzip.

3.3.4 Kapitalallokation nach dem *TVaR*-Prinzip

Das *TVaR*-Prinzip hat einen risikotheorietischen Ursprung und basiert auf der Linearität und somit der linearen Zerlegbarkeit von Erwartungswerten.

Für die Geschäftssegmente i ($1 \leq i \leq n$) ist nach dem *TVaR*-Prinzip das Risikokapital

$$\rho_{TVaR}(L_i | L) = E[L_i | L \geq VaR_\alpha(L)]$$

vorzuhalten, wenn als Risikomaß der Tail-Value-at-Risk gewählt wird.⁴⁴

Auf das Segment i wird gerade der Betrag allokiert, der an das Segment im Erwartungswert zum Verlustausgleich zu zahlen ist, wenn das Ergebnis des Gesamtunternehmens zu den schlechtesten $\alpha\%$ aller Ergebnisse gehört. Das Allokationsergebnis erlaubt demnach sowohl eine ökonomisch als auch intuitiv nachvollziehbare Interpretation und kann als verursachungsgerechtes Verfahren angesehen werden.⁴⁵ Weiter berücksichtigt das *TVaR*-Prinzip neben linearen auch nicht-lineare Abhängigkeitsstrukturen, die in der Praxis bei Schaden- und Unfallversicherern von großer Bedeutung sind. Und schließlich werden die Axiome der kohärenten Kapitalallokation erfüllt, die als (in der Praxis je nach mit der Allokation verfolgtem Ziel mehr oder weniger) sinnvolle Grundlage für eine risikoadäquate Kapitalallokation angesehen werden können. Aufgrund der Linearität des bedingten Erwartungswertes gilt die sogenannte (*Aggregations-*) *Konsistenz*, nach der die interne Organisationsstruktur eines Versicherers keinen Einfluss auf das Allokationsergebnis einer Steuerungseinheit ausübt, was eine im Steuerungskontext sinnvolle Eigenschaft ist. Der Allokationsbetrag eines Teilkollektivs TK von Steuerungseinheiten entspricht demnach der Summe der Allokationsbeträge, die sich für die einzelnen, das Teilkollektiv bildenden Steuerungseinheiten ergeben.⁴⁶

Der Tail der Ergebnisverteilung unseres Beispielunternehmens ist durch die Sturmereignisse dominiert (siehe Abbildung 4). Aufgrund der vorausgesetzten Unabhängigkeit der Sturmereignisse zu Schadenverläufen der anderen Sparten (bis auf Kasko) treten in den Extremszenarien der Sturmereignisse nicht viele weitere Größtschadenereignisse in anderen Sparten auf. Während alle anderen Sparten somit deutlich von der Diversifikation im Portefeuille profitieren, müssen die Sturm-Sparten ein Risikokapital stellen, das in etwa in

⁴⁴ Wir definieren dieses Allokationsprinzip sinnvollerweise im Zusammenhang mit dem *TVaR* als der Risikokapitalbestimmung zugrundeliegendes Risikomaß. Es gibt auch eine allgemeinere Definition, wonach das Allokationsverfahren allerdings nicht kohärent ist. Siehe hierzu auch [Koryciorz 2004].

⁴⁵ Siehe auch [Koryciorz 2004].

⁴⁶ Siehe auch [Koryciorz 2004].

der Höhe ihres undiversifizierten Risikokapitals liegt. Das führt dazu, dass in unserem Beispielunternehmen die HUK-Sparten (bis auf Kasko) ausschließlich negatives Risikokapital zugewiesen bekommen. Auch die anderen Sach-Sparten (außer Sturm) erhalten nur ein geringes oder sogar negatives Risikokapital zugewiesen.

Aufgrund der expliziten Einbeziehung der bedingten Erwartungswerte der Segmentverluste, die zur Entstehung des Gesamt-Risikokapitalbedarfs beigetragen haben, in die Festlegung des Allokationsbetrages ist dieses Allokationsprinzip ist sicherlich unverzichtbar zur Identifikation der Risikotreiber im Portefeuille. Dies wird auch am Beispiel in Abschnitt 3.3.2 verdeutlicht. Somit können auch im Rahmen der risikoadjustierten Performancesteuerung wichtige Hilfestellungen bei der Auswahl geeigneter Strategien gegeben werden. Aus der *TVAR*-Allokation des Beispielunternehmens (Abbildung 3) kann z.B. der sinnvolle Steuerungsimpuls abgeleitet werden, das Geschäft in profitablen Nicht-Sturmsegmenten auszuweiten, da sich der Gesamt-Risikokapitalbedarf nicht wesentlich erhöhen wird, um so das Rendite-Risikoverhältnis für das Gesamtunternehmen zu steigern.

Allerdings weist auch das *TVaR*-Prinzip – wie man an Daten des Beispielunternehmens erkennt – Nachteile auf. Obwohl es sich wie keines der anderen vorgestellten Allokationsverfahren zur Identifikation der Risikotreiber eignet, ist es bei andern Fragestellungen (z.B. erfolgsabhängige Vergütung, Bestimmung von Risikozuschlägen im Rahmen der Beitragskalkulation, aber auch im Rahmen der Unternehmenssteuerung) häufig nicht sinnvoll einsetzbar, da es beim Vorliegen extremer Risiken zu einer Vielzahl negativer Allokationsbeiträge für die anderen Sparten führt.⁴⁷ Des Weiteren kann es im Rahmen der risikoadjustierten Performancesteuerung falsche Steuerungsimpulse hervorrufen (siehe das Beispiel (Abbildung 9) in Abschnitt 4).

So sollte das *TVaR*-Prinzip sowie kein anderes Allokationsprinzip universell für alle Fragestellungen des Unternehmens eingesetzt werden. Im Einzelfall ist genau zu prüfen, welches Allokationsverfahren für welche Fragestellungen dienlich sein könnte.

4 Bewertung von Unternehmensstrategien

Ziel der risikoadjustierten Performancesteuerung ist die Maximierung Rendite-Risikoverhältnisses unter Nebenbedingungen (Einhaltung der Risikokapitalvorgaben, bilanzielle, aufsichtsrechtliche Vorgaben).⁴⁸ Die Lösung dieses Optimierungsproblems ist aufgrund einer Vielzahl von Restriktionen (z.B. Berücksichtigung von Cross-Selling- bzw. Cross-Storno-Effekten, Wirkung von Preis-Absatz-Funktionen, etc.) sehr komplex, so dass wir im Folgenden nicht von „Optimierung“, sondern von Verbesserung des Rendite-Risiko-Verhältnisses im Gesamt-Unternehmen sprechen werden, wobei im Rahmen einer Vielzahl von möglichen Strategien diejenigen zu identifizieren sind, die in diesem Sinne die positivste Wirkung haben.

⁴⁷ Zu einer kritischen Bewertung des *TVaR*-Prinzip bei Vorliegen von Extremereignissen siehe auch [Pfeifer 2004].

⁴⁸ Nur unter bestimmten Bedingungen sind die Maximierung der risikoadjustierten Performancekennzahlen und die Maximierung des Unternehmenswertes kompatibel. Dies ist bei der Annahme eines konstanten Eigenkapitals der Fall, vgl. [Gründl / Schmeiser 2002].

Da die Geschäftssteuerung auf Segmentebene durchgeführt wird, sollen durch die „adäquate“ Allokation von Risikokapital und die hierdurch vorgegebene Definition der Steuerungskennzahlen auf Segmentebene Richtungen für „zielführende“ Strategien auf Gesamtunternehmensebene identifiziert werden. Dies soll im Folgenden erläutert werden.

Zunächst aber folgende Anmerkung: In Abschnitt 3 wurden einige Vorzüge der *TVaR*-Allokation gegenüber anderen Verfahren herausgestellt. Allerdings lassen sich auch für dieses Verfahren Fehlsteuerungsimpulse nicht ausschließen, wie das folgende Beispiel zeigt.

Gegeben sei ein Versicherungsunternehmen, das aus den zwei Segmenten S_1 und S_2 besteht. Der zugrundeliegende Wahrscheinlichkeitsraum sei ein Laplace-Raum mit drei Zuständen.⁴⁹ Das Risikokapital werde mit dem Tail-Value-at-Risk zum Konfidenzniveau $2/3$ berechnet. In Abbildung 9 wird die Wirkung zweier das Segment 1 betreffenden Strategien auf *RoRAC* und *EVA* verglichen, wobei der *EVA* wie folgt definiert ist:

$$EVA = E(\text{ÖkErgGes}) - r_{Cap} \cdot \text{eingesetztes Kapital},$$

wobei wir r_{Cap} mit 10% ansetzen. Der Segmentverantwortliche von Segment 1 wird sich für Strategie 2 entscheiden, da *RoRAC* und *EVA* steigen.⁵⁰ Für das Gesamtunternehmen wäre die Strategie 1 allerdings vorteilhafter.

	Strategie 1			Strategie 2		
	S_1	S_2	Gesamt	S_1	S_2	Gesamt
Zustand 1	14	16	30	14	16	30
Zustand 2	-10	-2	-12	-5	-2	-7
Zustand 3	2	-8	-6	-4	-8	-12
erw. Ergebnis	2,0	2,0	4,0	1,7	2,0	3,7
TVaR-Allokation	10,0	2,0	12,0	4,0	8,0	12,0
RoRAC	20%	100%	33%	42%	25%	31%
EVA	1,0	1,8	2,8	1,3	1,2	2,5

Abbildung 9: Wirkung von Strategien

In diesem Beispiel kann S_1 beeinflussen, in welchem Zustand das schlechteste Gesamtergebnis realisiert wird, das für die Berechnung des *TVaR* relevant ist. Häufig liegt aber der Fall vor, dass die „schlechtesten Gesamtergebnisse“ (die Menge T in Satz 1) unabhängig von der Wahl der Strategie eines Segmentes feststehen. Dies ist z.B. der Fall, wenn – wie in unserem Beispielunternehmen – das Risikokapital durch Extremereignisse wie Stürme oder Erdbeben dominiert ist. In diesen Fällen ist die optimale Strategie für ein Segment auch optimal für das Gesamtunternehmen, denn es gilt:

⁴⁹ Somit wird jeder Zustand mit der Wahrscheinlichkeit $1/3$ realisiert.

⁵⁰ Folgende Aussagen sind äquivalent: $RoRAC > r_{Cap} \Leftrightarrow EVA > 0$.

Satz 1

Ein Unternehmen mit n Segmenten verwendet den Tail-Value-at-Risk zum Konfidenzniveau $1-\alpha$ als Risikomaß und als Allokationsverfahren das *TVaR*-Verfahren. Segment k kann eine Strategie j mit Ergebnis $G_k^j: \Omega \rightarrow \mathbb{R}, j \in \{1, \dots, m\}$ wählen (mit $L_k^j = -G_k^j$), wobei für alle j gilt:

$$T \equiv \{\omega \in \Omega: L_1 + \dots + L_k^j + \dots + L_n \geq \text{VaR}_\alpha(L_1 + \dots + L_k^j + \dots + L_n)\},$$

d.h. T ist unabhängig von j . Sei $j^* \in \{1, \dots, m\}$ die Strategie mit

$$EVA(G_k^{j^*}) = \max_{j \in \{1, \dots, m\}} EVA(G_k^j).$$

Dann gilt

$$EVA(G_1 + \dots + G_k^{j^*} + \dots + G_n) = \max_{j \in \{1, \dots, m\}} EVA(G_1 + \dots + G_k^j + \dots + G_n),$$

was leicht nachzurechnen ist.

In unserem Beispielunternehmen tragen die HUK-Sparten mit einem *EVA* von 8 Mio. € sehr positiv zum Gesamtergebnis bei (siehe Abbildung 10). Vor diesem Hintergrund planen wir einen Ausbau dieses Segmentes (durch Steigerung der Vertragsanzahl) um 10%, so dass von weiteren Diversifikationseffekten ausgegangen werden kann.⁵¹ Die Ausweitung des Geschäftes soll keinen nennenswerten Personalanbau nach sich ziehen, so dass die Personalkosten weitgehend konstant bleiben.

in Mio.€		TVaR-Prinzip			
		Beitrag	E(E _j)	RK	EVA
Vor Strategien	HUK	133	7	-7	8
	SACH	89	-1	102	-12
	Sturm	40	0	98	-10
	Summe Sach restliche Sparten	49	-1	4	-2
	Summe	222	6	95	-4
Nach Strategien	HUK	146	9	-6	9
	SACH	82	-1	74	-9
	Sturm	33	0	70	-7
	Summe Sach restliche Sparten	49	-1	4	-2
	Summe	229	7	68	1

Abbildung 10: Wirkung der Strategien auf Unternehmenskennzahlen

Da die Sparte Sturm ein sehr hohes Risikokapital bindet, planen wir, dieses durch die flächendeckende Einführung von Selbstbehalten von 250 € in Sturm zu reduzieren. Welche Strategien tatsächlich für das Unternehmen sinnvoll sind, muss vor dem Hintergrund des Gesamtrisikokapitals (einschließlich Reserverisiken, Kapitalanlagerisiken, operationellen Risiken und der Einbindung der Rückversicherung) und der Gesamttrendite untersucht werden. Wir wollen hier nur einen Einblick in die Effekte unterschiedlicher Strategien auf das Zeichnungsrisiko geben (siehe Abbildung 10).

⁵¹ Zur Darstellung der Modellierung von Wachstumsszenarien siehe [Diers 2007a].

Aufgrund der Kosteneffekte steigt das erwartete Anfalljahresergebnis $E(E_i)$ der HUK-Sparten (um mehr als 10%) von 7 Mio. € auf 9 Mio. € an, das Standalone-Risikokapital steigt aufgrund der Risikoausgleichseffekte nur leicht an. Sowohl vor als auch nach Strategien weist das nach dem *TVaR*-Prinzip allokierte Risikokapital für die HUK-Sparten einen fast unveränderten negativen Wert aus. Diese Effekte führen zu einem leichten Anstieg des *EVA* von 8 Mio. € auf 9 Mio. €. In der Sparte Sturm führt die Einbeziehung der Selbstbehalte zu einem deutlichen Rückgang des Standalone-Risikokapitalbedarfs um ca. 28%. Auch das allokierte Risikokapital sinkt in etwa dergleichen Größenordnung. Dies resultiert aus der – in den Extremszenarien auftretenden – großen Anzahl von relativ kleinen Schäden, die somit auch durch geringe Selbstbehalte schon stark entlastet werden. Das mittlere Anfalljahresergebnis in Sturm ist nahezu unverändert, da die mittlere Schadenentlastung durch niedrigere Beiträge an die Kunden weitergegeben wird. Ein höheres Beitragsniveau lasse der Markt zur Zeit nicht zu und das Unternehmen möchte keine Verluste von Kundenbeziehungen in Kauf nehmen, da die Kunden in der Regel weitere Verträge in profitablen Sparten bei dem Beispielunternehmen haben. Aufgrund der Risikokapitalentlastung steigt der *EVA* in der Sturmssparte von -10 Mio. € auf -7 Mio. € an, bleibt aufgrund des unzureichenden Ertrages aber immer noch negativ. Nehmen wir an, diese beiden Strategien seien die aus einer Menge möglicher Strategien (im Sinne von *Satz 1*) optimalen für die beiden Sparten.

Da das Risikokapital unseres Beispielunternehmens durch Sturmrisiken dominiert ist, sind die Voraussetzungen von *Satz 1* für alle Strategien, die diese Dominanz nicht antasten, erfüllt, was hier sogar auch für die Einführung der Selbstbehalte in Sturm gilt. Aus *Satz 1* folgt somit, dass die Strategien, die für die Segment-*EVA* „optimal“ sind, auch auf Gesamt-Unternehmensebene „optimal“ sind. Demnach kann hier von der Optimierung auf Segmentebene auf die Optimierung auf Unternehmensebene geschlossen werden. In unserem Fall wird der Gesamt-*EVA* nach Strategien positiv.⁵²

Anschließend soll die Wirkung der Aufnahme eines weiteren Segmentes mit Ergebnis $G_{neu} = -L_{neu}$ in das Gesamtunternehmen anhand der Performancekennzahlen *RoRAC* und *EVA* untersucht werden. Zielführend ist hierbei die Betrachtung der Performance des neuen Segmentes in Bezug auf das inkrementelle Kapital $RK_{neu}^{ink} = \rho(L + L_{neu}) - \rho(L)$. Durch einfache Äquivalenzumformungen lässt sich folgender *Satz 2* zeigen.

Satz 2

- a) Sei $RK_{neu}^{ink} > 0$. Die Einbindung eines zusätzlichen Segmentes erhöht c.p. genau dann den Gesamt-*RoRAC*, wenn der *RoRAC* auf das inkrementelle Risikokapital den Gesamt-*RoRAC* übersteigt, d.h. wenn gilt

$$\frac{E(G_{neu})}{RK_{neu}^{ink}} > \frac{E(G)}{\rho(L)}.$$

⁵² Aufgrund des negativen allokierten Risikokapitals fällt der *EVA* der HUK-Sparten größer aus als das erwartete Anfalljahresergebnis, was in diesem Kontext den risikosenkenden Beitrag der HUK-Sparten im Gesamtunternehmen widerspiegeln soll. Inwieweit negative Risikokapitalien bei der erfolgsabhängigen Vergütung, etc. sinnvoll sind, muss diskutiert werden.

- b) Die Einbindung eines zusätzlichen Segmentes erhöht c.p. genau dann den Gesamt-EVA, wenn der Segment-EVA in Bezug auf das inkrementelle Risikokapital positiv ist:

$$E(G_{neu}) - RK_{neu}^{ink} \cdot r_{cap} > 0$$

$$\Leftrightarrow E(G + G_{neu}) - \rho(G + G_{neu}) \cdot r_{cap} > EVA(G).$$

Hieraus ergibt sich folgender Satz 3.

Satz 3

Ein Unternehmen bestehe aus n Segmenten. Hat ein Segment $k \leq n$ einen positiven EVA, der nach einem kohärenten Allokationsverfahren A ermittelt wurde, so verschlechtert sich durch die Ausgliederung von Segment k der Gesamt-EVA, d.h. aus⁵³

$$EVA(G_k) = E(G_k) - \rho_A(G_k) \cdot r_{cap} > 0 \quad \text{folgt} \quad EVA(G) > EVA(G - G_k).$$

Eine analoge Aussage von Satz 2a ist im Rückversicherungskontext von Interesse, wobei das weitere Segment mit dem Ergebnis G_{neu} z.B. als Rückversicherungsergebnis (Ergebnissicht des Zedenten) gewertet werden kann. In diesem Falle entspricht $G + G_{neu}$ der Zufallsvariablen des Nettoergebnisses. In diesem Kontext soll bewertet werden, ob sich die Wirkung der Rückversicherung performancesteigernd auswirkt. Da der Risikokapitalbedarf durch den Kauf von Rückversicherungsschutz gesenkt werden soll, gilt allerdings in der Regel $RK_{neu}^{ink} < 0$. Ebenso setzen wir $E(G_{neu}) < 0$ voraus, da die Rückversicherungsprämie im Erwartungswert die Kompensationszahlungen (Recoveries) des Rückversicherers übersteigen wird.

Man kann zeigen, dass im Rückversicherungskontext gilt:⁵⁴

$$\frac{\rho(\text{Bruttoverlust}) - \rho(\text{Nettoverlust})}{\rho(\text{Nettoverlust})} > \frac{E(\text{Bruttoergebnis}) - E(\text{Nettoergebnis})}{E(\text{Nettoergebnis})},$$

was bedeutet, dass ein Rückversicherungsvertrag genau dann den *RoRAC* steigert, wenn die relative Reduktion des Risikokapitalbedarfes die relative Reduktion des Erwartungswertes des Gesamtergebnisses übersteigt.

Bezeichnen $R_i, 1 \leq i \leq m$, die Rückversicherungsergebnisse für den Rückversicherungsvertrag i . Bei Anwendung eines vollständigen Allokationsverfahrens, wobei der Netto-

⁵³ Satz 3 folgt aus Satz 2b und der Ungleichung $\rho(G) - \rho(G - G_k) \leq \rho_A(G_k)$, die für beliebige kohärente Allokationsverfahren A und für alle Segmente k gilt, was bedeutet, dass das inkrementelle Kapital eines Segmentes eine Untergrenze der Allokationsbeiträge von kohärenten Verfahren darstellt.

⁵⁴ Siehe hierzu auch [Schradin 1994].

Risikokapitalbedarf auf das Bruttogeschäft und die Rückversicherungsverträge allokiert wird,⁵⁵ gilt

$$EVA(\text{Nettoergebnis}) = EVA(\text{Bruttoergebnis}) + EVA(R_1) + \dots + EVA(R_m).$$

Falls das verwendete Allokationsverfahren zusätzlich kohärent ist, folgt aus *Satz 3*, dass das Unternehmen durch den Rückversicherungsvertrag k mit positivem $EVA(R_k)$ seinen EVA steigert.⁵⁶

Die in diesem Abschnitt dargestellten Eigenschaften der Performance-Kennziffern EVA und $RoRAC$ im Zusammenhang mit Anforderungen an Allokationsverfahren können bei der Rendite- und Risikoorientierten Unternehmenssteuerung im Hinblick auf steuerungsrelevante Unternehmenssegmente sicherlich dazu dienen, Richtungen für zielführende Strategien in den Segmenten aufzuzeigen, so dass die entsprechenden Performance-Kennzahlen auf Gesamtunternehmensebene gesteigert werden können. Dennoch sollte die strategische Unternehmenssteuerung nicht ausschließlich auf Basis des $RoRAC$ und des EVA erfolgen, da schon allein durch die Wahl des zugrunde liegenden Risikomaßes und des Sicherheitsniveaus die Wirkung von Strategien völlig unterschiedlich bewertet werden können.⁵⁷ Des Weiteren ist die Maximierung von Performance-Kennzahlen nur unter restriktiven Bedingungen kompatibel zur Maximierung des Unternehmenswertes.⁵⁸ Darüber hinaus wurde in den Berechnungen ein konstanter Kapitalkostensatz unterstellt. Tiefgreifende strukturelle Veränderungen können aber eine Veränderung des Kapitalkostensatzes nach sich ziehen. Vor diesem Hintergrund sollten Unternehmensentscheidungen immer unter Berücksichtigung der Wirkung auf Gesamtunternehmensebene gefällt werden, da diese Sichtweise die führende sein muss, wobei optimalerweise die Gesamtergebnisverteilung ergänzend herangezogen wird.

5 Zusammenfassung

Anhand der Analyse der Beispieldaten zeigt sich, dass es weder das „richtige“ Risikomaß noch das „richtige“ Allokationsverfahren für alle Datenkonstellationen bzw. Fragestellungen gibt. Es ist möglich, Risikomaße und Allokationsverfahren anhand gewisser Gütekriterien zu bewerten, die allerdings z.T. von wissenschaftlicher Seite kritisch diskutiert werden (z.B. Kohärenz von Risikomaßen im Zusammenhang mit Katastrophenrisiken⁵⁹).

Im Vergleich der hier untersuchten Verfahren hat sich gezeigt, dass das $TVaR$ -Prinzip unter Verwendung des $TVaR$ als Risikomaß ein geeignetes Verfahren zur Identifikation der Risikotreiber im Bestand ist und in diesem Zusammenhang durchaus Einsatz finden sollte. Des Weiteren lässt zeigen, dass unter bestimmten Voraussetzungen die Allokation nach dem $TVaR$ -Prinzip im Rahmen der Rendite- und Risikoorientierten Unternehmens-

⁵⁵ Legt man das $TVaR$ -Prinzip zugrunde, sind die Allokationsbeiträge der Rückversicherungsverträge in der Regel negativ.

⁵⁶ Zu den Sätzen 1 bis 3 siehe auch die Diplomarbeit [Schlütter 2006].

⁵⁷ Siehe hierzu auch Abschnitt 2.2.

⁵⁸ Siehe [Gründel / Schmeiser 2006] und Fußnote 3.

⁵⁹ Siehe z.B. [Rootén / Klüppelberg 1999] und [Pfeifer 2004] im Bezug auf das Risikomaß Tail-Value-at-Risk.

steuerung in dem Sinne einsetzbar ist, dass sich durch ein „Herunterbrechen“ von Performancekennzahlen auf Segmentebene Richtungen für zielführende strategische Veränderungen aufzeigen lassen.

Zusammenfassend bleibt zu konstatieren, dass ein einzelnes Verfahren bzw. eine einzelne Kennzahl in der Regel nicht aussagekräftig ist, so dass kein Verfahren universell für alle Fragestellungen im Unternehmen einsetzbar ist. Im Steuerungskontext sollten demnach vielfältige Informationen (z.B. mehrere Verfahren oder die gesamte Ergebnisverteilung) berücksichtigt werden, wobei das Gesamtunternehmen immer Vorrang vor den steuerungsrelevanten Segmenten haben muss.

6 Literaturverzeichnis

- [Albrecht 1997] Albrecht, P. (1997): Risk Based Capital Allocation and Risk Adjusted Performance Management in Property/Liability-Insurance: A Risk Theoretical Framework; Proceedings of the XXVIIIth International ASTIN Colloquium & 7th International AFIR Colloquium, Cairns, Australia, Sydney, S.57-80
- [Albrecht 1998] Albrecht, P. (1998): Riskadjustierte Performancesteuerung in der Schadenversicherung, in: Oehler, A. (Hrsg.): Credit Risk and Value-at-Risk Alternativen: Herausforderungen für das Risk Management, Stuttgart, S. 229-257
- [Albrecht 2003] Albrecht, P. (2003): Zur Messung von Finanzrisiken, Mannheimer Manuskripte zur Risikotheorie, Portfolio Management und Versicherungswirtschaft, Nr. 143
- [Albrecht / Koryciorz 1999] Albrecht, P.; Koryciorz, S. (1999): Value-at-Risk für Versicherungsunternehmen: Konzeptionelle Grundlagen und Anwendungen; Mannheimer Manuskripte zur Risikotheorie, Portfolio Management und Versicherungswirtschaft, Nr. 116
- [Artzner / Delbaen / Eber / Heath 1999] Artzner, P., Delbaen, F., Eber, J.-M., Heath, D. (1999) : Coherent Measures of Risk. *Mathematical Finance*; 9(3), S. 203-228.
- [Bamberg / Dorfleitner / Glaab 2005] Bamberg, G.; Dorfleitner, G.; Glaab, H. (2005): Risikobasierte Kapitalallokation in Versicherungsunternehmen unter Verwendung des Co-Semivarianz-Prinzips, in: Spremann, K. (Hrsg.): Versicherungen im Umbruch: Werte schaffen, Risiken managen, Kunden gewinnen, Berlin u.a. (Springer), S. 399-414
- [CEIOPS 2005b] CEIOPS (2005): Answers to the European Commission on the second wave of Calls for Advice in the framework of the Solvency II project
- [CRO-Forum 2005] CRO-Forum (2005): The Chief Risk Officer Forum: A framework for incorporating diversification in the solvency assessment of insurers; Paper des CRO-Forums
- [Delbaen 2002] Delbaen, F. (2002): Coherent Risk Measures on General Probability Spaces; in: Sandmann, K. und Schönbucher, P. J. (Hrsg.): Advances in finance und stochastics: essays in honour of Dieter Sondermann, Berlin u.a., Springer, S. 1-37
- [Denault 2001] Denault, M.: Coherent allocation of risk capital, *The Journal of Risk*; Vol. 4, No. 1, S. 1-34
- [Diers 2007a] Diers, D. (2007): Interne Unternehmensmodelle in der Schaden- und Unfallversicherung – Entwicklung eines stochastischen internen Modells für die wert- und risikoorientierte Unternehmenssteuerung und für die Anwendung im Rahmen von Solvency II, ifa-Verlag (www.ifa-uhl.de)

- [Diers 2007b] Diers, D. (2007): Interne Unternehmensmodelle – Unverzichtbare Grundlage für die wert- und risikoorientierte Unternehmenssteuerung und das Risikomanagement. (Teil I und II), Versicherungswirtschaft 09/2007, S. 675-680 und 10/2007, S. 784-788
- [Diers 2007c] Diers, D. (2007): Risikomodellierung in Internen Modellen: Ultimatesicht versus Kalenderjahressicht, 2007, Universität Ulm
- [Diers 2007d] Diers, D. (2007): Stochastische Modellierung von Naturkatastrophen in Internen Modellen am Beispiel von Sturmereignissen, 2007, Universität Ulm
- [Embrechts / Lindskog / McNeil 2001] Embrechts, P.; Lindskog, A. J., McNeil, A. J. (2001): Modelling Dependence with Copulas and Applications to Risk Management; Arbeitspapier, ETH Zürich, Department of Mathematics, [Download unter: <http://www.gloriamundi.org/picsresources/peflam.pdf>]
- [Embrechts / McNeil / Straumann 1999] Embrechts, P.; McNeil, A., Straumann, D. (1999): Correlation and Dependence in Risk Management: Properties and Pitfalls, [Download unter: <http://www.qgroup.org.au/SFMW/CorrelationPitfalls.pdf>, Abruf 15.08.2007]
- [Filipović / Kupper 2006] Filipović, D., Kupper, M. (2006): Optimal Capital and Risk Transfers for Group Diversification; LMU München / Princeton University
- [Föllmer / Schied 2002] Föllmer, H. W.; Schied, A. (2002): Convex measures of risk and trading constraints; in: Finance and Stochastics, Vol. 6, No. 4, 2002, S. 429-447
- [FOPI 2006] Federal Office of Private Insurance (2006): The Swiss Experience with Market Consistent Technical Provisions: the Cost of Capital Approach
- [Gründl / Schmeiser 2002] Gründl, H.; Schmeiser, H. (2002): Marktwertorientierte Unternehmens- und Geschäftsbereichssteuerung in Finanzdienstleistungsunternehmen; Zeitschrift für die Betriebswirtschaft, 72. Jahrgang, Heft 8, S. 797-822
- [Gründl / Schmeiser 2005] Gründl, H.; Schmeiser, H. (2005): Zur Problematik der Kapitalallokation in Versicherungsunternehmen; Working Papers on Risk Management and Insurance No. 9, Universität St. Gallen
- [Gründl / Schmeiser 2006] Gründl, H.; Schmeiser, H. (2006): Ist die Steuerung von Finanzdienstleistungsunternehmen durch Kapitalallokation sinnvoll?; Working Papers on Risk Management and Insurance No. 9, Universität St. Gallen
- [IAA 2004] International Actuarial Association IAA (2004): A Global Framework for Insurer Solvency Assessment; Research Report of the Insurer Solvency Assessment Working Party, Ottawa
- [Koryciorz 2004] Koryciorz, S. (2004): Sicherheitskapitalbestimmung und -allokation in der Schadenversicherung: Eine risikotheorietische Analyse auf der Basis des Value-at-Risk und des Conditional Value-at-Risk; Veröffentlichungen des Instituts für Versicherungswissenschaft der Universität Mannheim, Bd. 67, VVW, Karlsruhe
- [Mandl 2004] Mandl, J. (2004): Spieltheoretische Verfahren der Kapitalallokation im Versicherungsunternehmen; Mannheimer Manuskripte zur Risikotheorie, Portfolio Management und Versicherungswirtschaft, Nr. 159, Mannheim
- [Maser / Schradin 2006] Maser, H.; Schradin, H. (Hrsg.): Ergebnis- und Risikosteuerung im Versicherungskonzern: Lösungsansätze für eine wertorientierte Unternehmensführung, Gabler Verlag, Wiesbaden, 2006
- [McNeil / Frey / Embrechts 2005] McNeil, A., Frey, R., Embrechts, P.: Quantitative Risk Management – Concepts Techniques Tools, Princeton Series in Finance, Princeton University Press, Princeton an Oxford, 2005

-
- [Osetrova / Schmeiser 2005] Osetrova, A.; Schmeiser, H. (2005): Interne Risikosteuerungsmodelle aus wissenschaftlicher Sicht; Working Papers on Risk Management and Insurance No. 11, Universität St. Gallen
- [Panjer 2001] Panjer, H. (2001): Measurement of Risk, Solvency Requirements and Allocation of Capital within Financial Conglomerates, Research Report 01-15, Institute of Insurance and Pension Research, University of Waterloo
- [Pfeifer 2007] Pfeifer, D. (2007): Book Reviews, Blätter der DGVFM, Springer Verlag, Volume 28, Issue 2, Oktober 2007
- [Pfeifer 2004] Pfeifer, D. (2004): VaR oder Expected Shortfall: Welche Risikomaße sind für Solvency II geeignet? Preprint, Universität Oldenburg, 2004
- [Rootzén / Klüppelberg 1999] Rootzén, H.; Klüppelberg, C. (1999): A single number can't hedge against economic catastrophes, *Ambio* 28, No. 6, Royal Swedish Academy of Sciences
- [Schlütter 2006] Schlütter, S. (2006): Die Berücksichtigung von Diversifikationseffekten im Controlling von Schadenversicherungen, Diplomarbeit, Universität Ulm, 2006
- [Schmeiser 2005] Schmeiser, H. (2005): Interne Risikosteuerungsmodelle unter Solvency II; Working Papers on Risk Management and Insurance No. 5, Universität St. Gallen, April 2005
- [Schradin / Zons 2005] Schradin, H.; Zons, M. (2005): Konzepte einer wertorientierten Steuerung von Versicherungsunternehmen, in: Gründl/Perlet (Hrsg), Solvency II & Risikomanagement - Umbruch in der Versicherungswirtschaft, Gabler Verlag, Wiesbaden 2005, S. 163-181
- [Schradin / Zons 2003] Schradin, H.; Zons, M. (2003): Determination and allocation of risk-adequate equity capitalization for performance management, Mitteilung 2/2003 des Instituts für Versicherungswissenschaft der Universität zu Köln, Köln 2003
- [Schradin 2001] Schradin, H.: Risikoadequate Kapitalallokation im Versicherungskonzern, Mitteilung 1/2001 des Instituts für Versicherungswissenschaft der Universität zu Köln, Köln 2001
- [Schradin 1994] Schradin, H. R. (1994): Erfolgsorientiertes Versicherungsmanagement: Betriebswirtschaftliche Steuerungskonzepte auf risikotheorietischer Grundlage; Veröffentlichungen des Instituts für Versicherungswissenschaft der Universität Mannheim, Bd. 43, Verlag Versicherungswirtschaft GmbH, Karlsruhe
- [Shapley 1971] Shapley, L. S. (1971): Cores of Convex Games; in: *International Journal of Game Theory*, Vol. 1., Nr. 1, 1971/72
- [Shapley 1953] Shapley, L. S. (1953): A Value For n-Person Games; in: Kuhn, H. W. und Tucker, A. W. (Hrsg.): *Contributions to the Theory of Games*, Vol. II, Princeton/New Jersey: Princeton University Press, S. 307-317 (*Annals of Mathematics Studies*, No. 28)
- [Straßburger 2006] Straßburger, D. (2006): Risk Management and Solvency - Mathematical Methods in Theory and Practice, Ph.D. Thesis, Carl von Ossietzky Universität, Oldenburg, [Download unter: <http://www.mathematik.uni-oldenburg.de/personen/pfeifer/Strassburger.pdf>]
- [Swiss Re 2002] Swiss Re (2002): Die globale Nicht-Leben Versicherung in einer Zeit der Kapazitätsknappheit; *Sigma* Nr. 4/2002
- [Swiss Re 2005] Swiss Re (2005): Kapitalkosten und Unternehmenswert in der Versicherung: Theorie und Implikationen für die Praxis; *Sigma* No. 3/2005

-
- [Swiss Re 2006b] Swiss Re (2006): Solvency II : ein integrierter Risikoansatz für europäische Versicherer; Sigma No. 4/2006
- [Tasche 2000] Tasche, D. (2000): Risk contributions and performance measurement; Arbeitspapier, Technische Universität München, [Download unter: <http://www-m4.ma.tum.de/pers/tasche/riskcon.pdf>, Abruf 15.12.2007]
- [Urban 2002] Urban, M. (2005): Allokation von Risikokapital auf Versicherungsportfolios; [Download unter: http://www-m4.ma.tum.de/m4/Diplarb/Diplomarbeit_Michael_Urban.ps, Abruf 15.12.2007]
- [Urban / Dittrich / Klüppelberg / Stölting 2004] Urban, M.; Dittrich, J.; Klüppelberg, C.; Stölting, R. (2004): Allocation of risk capital to insurance portfolios, Bätter der DGVFM XXVI(3): 389-407
- [Wüthrich / Merz / Lysenko] Wüthrich, M.; Merz, M.; Lysenko, N.: Uncertainty of the Claims Development Result in the Chain Ladder Method; <http://www.math.ethz.ch/~wueth/Papers>
- [Zwiesler / Ruß 2003] Zwiesler, H.-J.; Ruß, J. (2003): Skript zum Asset-Liability-Management; WS 2003/2004, Universität Ulm