



DAV

DEUTSCHE
AKTUARVEREINIGUNG e.V.

Schriftliche Prüfung in

Spezialwissen – Enterprise Risk Management

gemäß Prüfungsordnung 3
der Deutschen Aktuarvereinigung e. V.

am 19.10.2018

Hinweise:

- Als Hilfsmittel ist ein Taschenrechner zugelassen.
- Die Gesamtpunktzahl beträgt 180 Punkte. Die Klausur ist bestanden, wenn mindestens 90 Punkte erreicht werden.
- Bitte prüfen Sie die Ihnen vorliegende Prüfungsklausur auf Vollständigkeit. Die Klausur besteht aus 382 Seiten.
- Alle Antworten sind zu begründen und bei Rechenaufgaben muss der Lösungsweg ersichtlich sein.

Mitglieder der Prüfungskommission:

Prof. Dr. Hubert Bornhorn, Dr. Steve Brüske, Dr. Nora Gürtler,
Dr. Peter Henseler, Ingo Kraus, Dr. Frank Schiller

Aufgabe 1. Risikoklassifikation, Liquiditätsrisiko [15 Punkte]

- (a) (4 Punkte) Das Liquiditätsrisiko ist in manchen Risikoklassifizierungen explizit berücksichtigt (z.B. in den deutschen Mindestanforderungen an das Risikomanagement in Versicherungen, MaRisk VA) und in manchen anderen nicht oder nur in geringem Umfang (z.B. Solvency II). Wie könnte diese unterschiedliche Sicht zustande kommen? Führen Sie aus, welche unterschiedlichen Ansätze bei der Erstellung von Risikoklassifizierungen zu derlei Unterschieden führen könnten!
- (b) (4 Punkte) In ihrem Jahresbericht 2012 schreibt die deutsche Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin): „Anders als bei den Banken mangelt es Versicherern auch in Krisenzeiten meist nicht an Liquidität.“
Beschreiben Sie, wie sich das Geschäftsmodell von Banken und Versicherungen hinsichtlich des Liquiditätsrisikos unterscheidet! Folgern Sie daraus, wie die BaFin zu der obigen Erkenntnis gekommen sein könnte!
- (c) (7 Punkte) Analog zum Begriff „Bank Run“ könnte man den Begriff „Insurance Run“ für die Versicherungsbranche bilden. Beschreiben Sie drei Szenarien, die bei Versicherungsunternehmen Liquiditätsengpässe auslösen könnten. Welche fallen in die Rubrik Insurance Run, welche nicht? Begründen Sie Ihre Ansicht! (*Hinweis:* Ihre Szenarien sollten so gewählt sein, dass mindestens eines davon Ihrer Einschätzung zufolge in die Rubrik Insurance Run fällt).

Lösungsvorschlag

- (a) Hat die Risikoklassifizierung den Focus der Solvenzkapitalbestimmung (wie bei Solvency II), dann ist es sinnvoll nur Risiken in die Klassifikation aufzunehmen, die eine direkte Wirkung auf die ökonomische Bilanz haben.
Hat die Risikoklassifizierung z.B. eher den Focus auf der Bildung eines Risikomanagementsystems, dann ist das Liquiditätsrisiko natürlich in die Risikoklassifizierung einzubeziehen (s. §26 Abs. 5 Satz 1 Nr. 4 VAG).
- (b) I.d.R. wollen Kapitalanleger eher liquide bleiben, während Kapitalnehmer eher langfristige Darlehen bevorzugen. Das Geschäftsmodell der Bankenwelt resultiert daher auf Fristentransformation. Dies begründet ein systematisches Liquiditätsrisiko. Versicherer haben aufgrund des Vo-

rauszahlungsprinzips für Prämien kein zur Bankenwelt vergleichbares Liquiditätsrisiko. Das Liquiditätsrisiko der Versicherer fußt auf der Anlage der Prämien in ertragreiche aber deswegen evtl. auch langlaufende bzw. infungible Investments. Das Geschäftsmodell der Banken basiert also auf der Fähigkeit, sich die notwendige Liquidität verschaffen zu können. Bis zur Finanzkrise nahm man an, dass dies über den Interbankenhandel jederzeit möglich sei. Der Markt kam aber z.B. in der Krise vollständig zum Erliegen. Versicherer verfügen durch die Prämienzahlungen immer über eine gewisse Liquidität.

(c) Ein Bank Run zeichnet sich dadurch aus, dass relativ *plötzlich* und *unvorhersehbar* für die Bank Kunden aus *eigener Entscheidung* Einlagen abrufen. Ein Liquiditätsbedarf entsteht in der Versicherungsbranche aber i.A. erst im Versicherungsfall. Dieser kann aber vom Versicherungsnehmer nicht aus eigener Entscheidung herbeigeführt werden (zumindest nicht ohne bei Aufdeckung dieses Vorgangs den Verlust des Versicherungsschutzes nach sich zu ziehen). Dies führt zu folgender Einschätzung:

- Naturkatastrophen in der Sachversicherung oder Epidemien in der Lebensversicherung bedingen zwar einen erhöhten Liquiditätsbedarf, man sollte sie aber aufgrund fehlender willentlicher Komponente nicht als „Insurance Run“ bezeichnen.
- Ablaufpeaks bei Lebensversicherungsprodukten mit Sparkomponente bedingen ebenfalls einen erhöhten Liquiditätsbedarf. Aber auch diese Szenarios sollte man nicht mit dem Begriff „Insurance Run“ belegen. Da diese Peaks gut prognostizierbar sind, fehlt hier die plötzliche und unvorhersehbare Komponente eines „Run“.
- Jedoch kann bei diesen Produkten ein schneller Anstieg des Zinsniveaus zu einer Stornowelle führen. Dieses Szenario rechtfertigt am ehesten die Begrifflichkeit „Insurance Run“, auch wenn dies hinsichtlich der Kriterien „plötzlich“ und „unvorhersehbar“ nicht dieselbe Intensität haben dürfte wie bei einem Bank Run.
- Das Recht zur Beleihung von Lebensversicherungsverträgen könnte bei massenhafter Ausnutzung desselben ebenfalls in einem Szenario münden, das man als „Insurance Run“ bezeichnen könnte.

Aufgabe 2. Zinsen und Zinsvolatilitäten [15 Punkte]

Angenommen, die Zinskurve zum letzten Bewertungsstichtag sei flach bei einem Zinsniveau von -0.5% gewesen. Sie arbeiten bei einem Lebensversicherer und verhandeln mit einem Anbieter von Kapitalmarktszenarien darüber, wie die risikoneutralen Bewertungsszenarien zu diesem Stichtag hergestellt werden sollen.

- (a) (3 Punkte) Als Zinsmodell könnten Sie zwischen 1-Faktor-Hull-White, LMM und LMM+ auswählen. Welches Modell halten Sie für angemessener für Bewertungszwecke und weshalb?
- (b) (2 Punkte) Welche Konvention für die Quotierung der Zinsvolatilitäten, also die Black-Konvention oder die Normal-Konvention, würden Sie wählen und weshalb?
- (c) (7 Punkte) Ihr Bereich unterliegt leider strikten Sparzwängen. Wenn Sie lediglich das Basis-Szenarienpaket beim ESG-Anbieter erwerben würden, würde Ihr Unternehmen lediglich $1/3$ des Preises bezahlen, der beim Erwerb einer Komplett-ESG-Lösung inkl. aller benötigten Sensitivitätspakete anfallen würde. Ihr Kollege behauptet, eine Zinssensitivität könnten Sie aus einem gegebenen Basis-Szenarienpaket problemlos selber produzieren und empfiehlt Ihnen dafür die folgenden Formeln:

$$\overline{ZCB}_T(t) = ZCB_T(t) \times \frac{ZCB_t(0)}{\overline{ZCB}_t(0)} \times \frac{\overline{ZCB}_{T+t}(0)}{ZCB_{T+t}(0)}$$

$$\overline{Disc}_t = Disc_t \times \frac{\overline{ZCB}_t(0)}{ZCB_t(0)}$$

Hierbei gilt die folgende Notation:

$ZCB_T(t)$: Preis der Nullkuponanleihe mit Restlaufzeit T zum Zeitpunkt t

$Disc_t$: Diskont zum Abdiskontieren von Zeitpunkt t auf Zeitpunkt 0

Dabei markieren wir alle Daten für das Sensitivitätspaket mit Strichen. Man beachte, dass sich die Sensitivitätspreise der Nullkuponanleihen zum Zeitpunkt 0 direkt aus der Definition der Sensitivität ergeben und somit bekannt sind, während die Daten für künftige Zeitpunkte $t > 0$ mithilfe der obigen Formeln berechnet werden sollen.

Beweisen Sie, dass das derart produzierte Sensitivitätsszenarienpaket dem Martingaltest für Nullkuponanleihen genügt, wenn das Basisszenarienpaket dem Martingaltest für Nullkuponanleihen genügt.

Hinweis: Sie müssen beweisen, dass die folgende Gleichung gilt:

$$E(\overline{ZCB}_T(t) \times \overline{Disc}_t) = \overline{ZCB}_{T+t}(0)$$

- (d) (3 Punkte) Wenn man in der Praxis Sensitivitätsszenarienpakete mithilfe der obigen Formeln herstellt, benötigt man nach der Anwendung dieser Formeln noch einen weiteren Verarbeitungsschritt. Weshalb würde die bloße Anwendung der obigen Formeln nicht genügen, um etwa ein Szenarienpaket für eine univariate Zinssensitivität wie z.B. einen 100bp-Shift zu erzeugen?

Lösungsvorschlag

- (a) *Das Modell LMM+.* Das LMM-Modell würde sich als lognormales Modell nicht zur Abbildung negativer Zinsen eignen. Das Hull-White-Modell könnte negative Zinsen abbilden, allerdings könnte man mit diesem Ein-Faktor-Modell i.d.R. keinen guten Fit der Swaption-Volatilitätsfläche erzielen.
- (b) *Die Normal-Konvention,* denn die Black-Volatilitäten würden im Umfeld negativer Zinsen nicht einmal existieren.
- (c) Durch Einsetzen der angegebenen Formeln erhalten wir:

$$\overline{ZCB}_T(t) \times \overline{Disc}_t = ZCB_T(t) \times \frac{ZCB_t(0)}{ZCB_t(0)} \times \frac{\overline{ZCB}_{T+t}(0)}{ZCB_{T+t}(0)} \times$$

$$Disc_t \times \frac{\overline{ZCB}_t(0)}{ZCB_t(0)} = ZCB_T(t) \times Disc_t \times \frac{\overline{ZCB}_{T+t}(0)}{ZCB_{T+t}(0)}$$

Da das Basisszenarienpaket dem Martingaltest für Nullkuponanleihen genügt, erhalten wir daraus für das Sensitivitätsszenarienpaket:

$$\begin{aligned}
 E(\overline{ZCB}_T(t) \times \overline{Disc}_t) &= E(ZCB_T(t) \times Disc_t \times \frac{\overline{ZCB}_{T+t}(0)}{ZCB_{T+t}(0)}) \\
 &= ZCB_{T+t}(0) \times \frac{\overline{ZCB}_{T+t}(0)}{ZCB_{T+t}(0)} = \overline{ZCB}_{T+t}(0)
 \end{aligned}$$

- (d) Eine univariate Zinssensitivität ist per definitionem eine Sensitivität, bei der sich nur die Zinsen von denjenigen im Basisszenarienpaket unterscheiden. Daher müssen etwa die Zinsvolatilitäten (in der Praxis: ungefähr) denen aus dem Basisszenarienpaket gleichen. Das Problem mit der bloßen Anwendung der obigen Formeln bestünde darin, dass sie die gesamte Zinsdynamik im Sensitivitätsszenarienpaket vorschreiben und dabei keine Kontrolle über die daraus resultierenden Zinsvolatilitäten erlauben würden. Ohne einen weiteren Verarbeitungsschritt wäre also nicht gewährleistet, dass die Zinsvolatilitäten denen aus dem Basisszenarienpaket gleichen würden.

Aufgabe 3. Versicherungstechnik Leben [15 Punkte]

Ein Lebensversicherungsunternehmen hat zwei verschiedene Rentenversicherungsbestände im Portfolio (das Geschlecht der versicherten Personen soll für diese Aufgabe keine Rolle spielen):

- Bestand A: Sofortbeginnende Renten aus 10.000 abgelaufenen Kapitalversicherungen mit versicherten Personen im Alter von 65 Jahren und jährlicher Rentenzahlung von 20.000€.
- Bestand B: Sofortbeginnende Renten aus 100 Lotteriegewinnern mit versicherten Personen im Alter von 35 Jahren und jährlicher Rentenzahlung von 2.000.000€.

Das Unternehmen will für beide Bestände die involvierten versicherungstechnischen Risiken einschätzen.

- (a) (4 Punkte) Beschreiben Sie das Langlebigkeitsrisiko allgemein und seine drei relevanten Komponenten.
- (b) (4 Punkte) Überlegen und begründen Sie qualitativ für beide Bestände und für jede der drei Komponenten aus Teilaufgabe a) einzeln welcher das jeweils höhere Risiko aufweist.
- (c) (5 Punkte) Beschreiben Sie wie das Trendrisiko für die beiden Bestände modelliert und kalibriert werden kann. Worauf ist bei der Kalibrierung des Trendrisikos insbesondere zu achten?
- (d) (2 Punkte) Analysieren Sie für beide Bestände qualitativ das Modell- und Parameterrisiko bei der Kalibrierung des Trendrisikos.

Lösungsvorschlag

- (a) Langlebigkeitsrisiko: Verträge führen bei Erleben zu Zahlungen, die höher als die dann verfügbare Reserve sind.

Zufällige Schwankung: Personen sterben zufällig und anders als erwartet was zu geänderten Auszahlungen führt.

Irrtum: Die für die Reservierung verwendete Sterbetafel geht von einer höheren Sterblichkeit aus als tatsächlich eintritt.

Änderung oder Trend: Die Sterblichkeit reduziert sich stärker als bei der Reservierung angenommen.

- (b) Zufällige Schwankung: Bestand B, da deutlich weniger Personen versichert und die Sterbewahrscheinlichkeiten zusätzlich noch kleiner sind.

Irrtum: Bestand B, da der Bestand sehr untypisch im Vergleich zur Gesamtbevölkerung ist, der Bestand damit nicht unbedingt gut durch die DAV Tafel abgebildet werden kann und für eine exaktere Bestimmung eine kleinere Datenbasis zur Verfügung steht.

Trend: Bestand B, da Trends insgesamt länger wirken können bis der Bestand abgelaufen ist.

- (c) Bei dem Langlebigkeitsrisiko dominiert v.a. die sich graduell veränderte Sterberate. Sprunghafte Änderungen sind nicht zu erwarten und zyklische Änderungen haben wegen der einseitigen Exponierung der Langlebigkeit auf Erleben eine geringe Bedeutung.

Als Modell eignen sich daher Zeitreihen wie etwa ARIMA-Prozess, Brownsche Bewegungen oder entsprechend logarithmierte Varianten davon.

Für die Kalibrierung sind lange Zeitreihen notwendig, die häufig konsistent nur Bevölkerungs- oder volkswirtschaftliche Daten vorliegen. Dabei sollte auf unterschiedliche Regimes oder Phasen geachtet werden. Ggf. müssen jüngere Daten höher gewichtet werden.

Für die Kalibrierung des Modells sollte möglichst die gleiche Datenbasis verwendet werden wie für die Herleitung der Best Estimate Trends, um die erwartete Trendentwicklung im Best Estimate widerzuspiegeln.

Gerade beim Trend ist die Datenlage sehr schwierig und die Fülle an möglichen Modellen groß. Backtesting der Modelle mit dem historischen Verlauf der Daten ist daher wichtig, um sicherzustellen, dass das Modell Pfade generiert, die breit genug sind um historische Verläufe zu enthalten. Ggf. muss zusätzlicher Rat von Experten eingeholt werden, um Besonderheiten zu berücksichtigen.

- (d) Bestand A ist ein in der Branche üblicher Bestand, das Portfolio ist vergleichsweise groß und besteht aus typischen versicherten Personen und die Sterberaten sind bereits vergleichsweise hoch. Damit kann guten Gewissens ein Trendmodell verwendet werden, das auch im Markt erfolgreich

eingesetzt wird, und bei der Kalibrierung des Modells sollte in einer Mischung aus Marktstandard und Portfolio gut möglich sein.

Bestand B ist klein und ungewöhnlich – ggf. auch besonders selektiert. Damit stellt sich die Frage, ob grundsätzlich die üblichen Trendmodelle angemessen sind. Auf jeden Fall wäre es sinnvoll z.B. medizinische Experten mit zu Rate zu ziehen und nicht nur rein mathematische Methoden anzuwenden.

Aufgabe 4. Risikoaggregation [15 Punkte]

Ein Sachversicherer aus dem Euroraum habe folgende Aktiva in seiner Marktwertbilanz:

Kapitalanlagen	9.200
Anleihen	8.000
<i>davon EUR-Anleihen</i>	<i>6.800</i>
<i>davon USD-Anleihen</i>	<i>1.200</i>
Aktien	450
Immobilien	740
Derivate und sonstige	10
Kapitalanlagen	
Forderungen & sonstige Aktiva	800
Summe Aktiva	10.000

Außer den USD-Anleihen und einigen Währungs-Forwards gibt es keine Fremdwährungsposition auf der Bilanz des Sachversicherers. Die Währungs-Forwards sichern das Fremdwährungsrisiko der USD-Anleihen mit einer Hedge Ratio von 90% ab, d.h. dass effektiv nur 10% der USD-Anleihen dem Währungsrisiko unterliegen.

Der Sachversicherer verwendet zur SCR-Berechnung gemäß Solvency II ein Simulationsmodell als zertifiziertes internes Modell. Die nachfolgende Tabelle enthält die aktuellen SCR-Ergebnisse des Unternehmens, wobei die diversifizierten Einzelrisiken mittels einer Euler-Allokation bestimmt wurden.

SCR in Mio. €	Undiversifiziert	Diversifiziert
Marktrisiken (Summe)	1214	660
Spreadrisiko	720	513
Zinsrisiko	180	21
Aktienrisiko	203	113
Immobilienrisiko	81	11
Währungsrisiko	30	2
Ausfallrisiko	240	152
Vt. Risiken (Summe)	1090	587
Operationelles Risiko	72	29
Nicht-Linearität & Diversifikation	-1177	11
SCR Gesamt	1439	1439

Nehmen Sie für die gesamte Aufgabe an, dass der Steuersatz 0% betrage, d.h. Steuereffekte vernachlässigt werden können. Vernachlässigen Sie außerdem den Einfluss von Hedgingkosten auf die SCR-Berechnung.

- (a) (10 Punkte) Da die Hedgingkosten in der letzten Zeit stark angestiegen sind, schlägt der Chief Investment Officer (CIO) des Sachversicherers vor, die auslaufenden Währungs-Forwards nicht vollständig zu verlängern und die Hedging Ratio zu reduzieren. Es wird überlegt, welche SCR-Auswirkung ein vollständiger Wegfall der Währungsabsicherung hätte.

Schätzen Sie die SCR-Auswirkung des Wegfalls der Währungsabsicherung anhand der obigen Modellergebnisse ab. Was ist die größte Unsicherheit in dieser Abschätzung, und wie lässt sich anhand des vollständigen Modeloutputs eine bessere Schätzung erhalten? Gehen in Ihre Schätzung weiterhin Näherungen ein und wie schätzen Sie deren Materialität ein?

- (b) (5 Punkte) Der Chief Investment Officer schlägt weiterhin vor, Credit Spread-Optionen auf einen EUR-Marktindex zu kaufen, die an Wert gewinnen, wenn der Indexspread steigt und an Wert verlieren, wenn der Indexspread fällt. Auf diese Weise ließe sich das Spreadrisiko des Anleihenportfolios teilweise hedgen.

Warum ist es in diesem Fall kritisch, wie für den Währungshedge in Aufgabenteil a) eine Abschätzung der SCR-Auswirkung ohne Modellneuberechnung und ggf. sogar -neukalibrierung vorzunehmen? Was ist im Hinblick auf die SCR-Berechnung der wesentliche Unterschied der beiden Hedges und welche Modellkomponenten müssten evtl. sogar verändert werden, um die Absicherung abzubilden?

Lösungsvorschlag

- (a) Aktuell sind 90% der USD-Anleihen abgesichert, d.h. nur 10% unterliegen dem Währungsrisiko. Bei Wegfall der Absicherungen würde das undiversifizierte Währungsrisiko daher auf $30/10\% = 300$ ansteigen. Unterstellt man denselben Diversifikationseffekt wie zuvor, stiege das SCR um $2/30 * (300 - 30) = 18$ an. Die größte Unsicherheit dieser Näherung besteht darin anzunehmen, dass bei einer effektiven Verzehnfachung des Fremdwährungsexposures der Diversifikationseffekt unverändert bliebe.

Eine bessere Abschätzung erhielte man, wenn man den Modelloutput heranziehen würde und in den Simulationspfaden die Verluste & Gewinne aus

Fremdwährungen verzehnfachen würde und anschließend den Value-at-Risk der resultierenden Gesamtverlustverteilung neu berechnete. Dies würde die mögliche Veränderung der Diversifikationseffekte berücksichtigen.

Die Währungs-Forwards beeinflussen auch das Ausfall- und Zinsrisiko sowie die nicht-linearen Effekte. Diese Risikobeiträge würden durch die beschriebene pfadweise Skalierung des Outputs nicht korrigiert. Der zugehörige Fehler sollte aber eine geringe Materialität aufweisen, so dass die pfadweise Schätzung eine gute Aussagekraft besitzt.

- (b) Die Wertentwicklung der Credit Spread-Option hängt von der Spreadentwicklung des EUR-Marktindex ab, dessen Zusammensetzung im Allgemeinen nicht mit dem Unternehmensportfolio übereinstimmt. Der vorgeschlagene Hedge besitzt deshalb im Gegensatz zum Währungshedge ein relevantes Basisrisiko. Für die Abschätzung der SCR-Auswirkung spiegelt sich dieser Effekt darin wider, dass die Abhängigkeit des Portfolio-Spreadrisikos und des Marktindex z.B. in Form von Korrelationen angemessen berücksichtigt werden muss, da diese einen signifikanten Ergebniseinfluss hat. Dieser lässt sich mit der in a) vorgenommenen Skalierung der Modeloutputs kaum abbilden. Für eine exakte Neuberechnung müsste neben der Optionsbewertung im Kapitalanlagemodell ggf. ein eigener Risikofaktor mit zugehöriger Abhängigkeitsstruktur ins Modell aufgenommen werden.

Aufgabe 5. Risikoanalyse Run-Off Lebensversicherung [15 Punkte]

Sie arbeiten als deutscher Chief Risk Officer (CRO) in einem internationalen Konzern mit niederländischer Muttergesellschaft, der Oranje Verzekering Holding AG mit Hauptsitz in Amsterdam. Ihr eigener Arbeitgeber ist deren 100%ige deutsche Tochtergesellschaft, die Oranje Deutschland Lebensversicherungs-AG (ODLAG), eine Aktiengesellschaft mit Sitz in Frankfurt am Main.

Die ODLAG hat einen Bestand von 80% traditionellem Geschäft, das schwerpunktmäßig in den Jahren 1994-2007 gezeichnet wurde, 10% fondsgebundene Versicherungen und 10% Risiko- und BU-Geschäft. Rund ein Viertel ihres Bestands besteht aus bAV-Geschäft mit Firmenkunden, bei dem in den letzten Jahren zunehmend der Schwerpunkt auf Risiko- und BU-Komponenten gelegt wurde. Mit einer Bilanzsumme von ca. 10 Mrd. Euro ist die ODLAG ein mittelgroßer Teilnehmer im deutschen Markt. Ihre Kapitalanlage war von jeher konservativ mit Schwerpunkt auf deutschen und europäischen Staatsanleihen, die ca. 90% der Bilanzsumme ausmachen. Sie hat ferner ca. 5% Unternehmensanleihen, ca. 4% Immobilien und ca. 1% Aktien im Bestand.

Die Oranje Verzekering Gruppe (OV Gruppe) hat zur Berechnung der Solvenzkapitalanforderung gemäß Solvency II ein genehmigtes internes Modell im Einsatz, das die ODLAG auch auf Solobasis nutzt. Aus Wettbewerbs- und Reputationsgründen hat die ODLAG keine Transitional Measures beantragt.

Aufgrund der langjährigen Niedrigzinsphase hat die ODLAG den Vertrieb von traditionellem Privatkundengeschäft eingestellt und zeichnet nunmehr fondsgebundenes Geschäft, Risiko- und BU-Versicherungen sowie bAV. Angesichts der zunehmenden Herausforderungen, das zur Bedeckung der Solvenzanforderungen notwendige Kapital bereitzustellen, überlegt die ODLAG darüber hinaus, ihren Bestand an traditionellem Geschäft zu veräußern und sich zukünftig auf Lebensversicherungsgeschäft mit geringen Solvenzkapitalanforderungen zu fokussieren. Sie ist hierzu mit verschiedenen Abwicklungsspezialisten in Kontakt getreten, die die Verwaltung des traditionellen Bestands gerne übernehmen würden.

Sie werden nun gebeten, im nächsten Risikokomitee der Oranje Verzekering Holding AG eine erste Risikoanalyse zur angedachten Veräußerung des traditionellen Geschäfts vorzustellen. Mit Ihrem Team bereiten Sie diese vor und stellen die aus Ihrer Sicht relevanten Überlegungen zusammen.

- (a) (4 Punkte) Analysieren Sie bitte kurz das Geschäftsmodell von Abwicklungsspezialisten. Warum bzw. unter welchen Umständen kann es für ein in diesem Sektor tätiges Unternehmen interessant sein, Bestände von traditionellen Lebensversicherungen zu übernehmen? Begründen Sie bitte jeweils kurz ihre Antwort.

- (b) (4 Punkte) Analysieren Sie bitte kurz, warum bzw. inwiefern die ODLAG die Abwicklung ihres geschlossenen Bestandes nicht selbst ebenso gut wie ein Abwicklungsspezialist betreiben kann.
- (c) (4 Punkte) Analysieren Sie bitte kurz, welche Risiken die ODLAG und die Oranje Verzekering Holding AG mit einem Verkauf des traditionellen Geschäfts an einen Abwicklungsspezialisten eingehen. Welche Themen bedürfen einer besonderen Klärung?
- (d) (3 Punkte) Bitte schlagen Sie mindestens 3 Maßnahmen inkl. Begründung vor, um die angedachte Transaktion für die ODLAG und die Oranje Verzekering Holding AG sowie für die beteiligten Vorstände und Aufsichtsräte dieser Gesellschaften möglichst rechtssicher zu gestalten.

Lösungsvorschlag

- (a) Auf die Abwicklung von Lebensversicherungen spezialisierte Unternehmen basieren ihr Geschäftsmodell i.a. auf den folgenden Eckpfeilern:
- Effizienz und Leistungsfähigkeit in der Kapitalanlage sowie Reduktion von Finanz- und Kreditrisiken. Hierzu werden die Verpflichtungen aus dem übernommenen Bestand einem möglichst vollständig Hedging auf der Aktivseite unterzogen und die Kapitalanlage möglichst risikofrei gestellt.
 - Reduzierung der Überschussbeteiligung auf das gesetzlich vorgeschriebene Minimum.
 - Effizienz in der Verwaltung der Bestände. Oftmals werden hierzu die Bestände in einem ersten Schritt in eine IT-Zielplattform migriert und dann möglichst automatisiert verwaltet. Damit einher gehen in vielen Fällen eine Reduktion des Kundenservice auf das notwendige Minimum sowie eine entsprechende Reduktion der Fixkosten und damit u.a. des Personals.
 - Stellen der minimalen Eigenmittel im Rahmen der Anforderungen gemäß Solvency II. Hierzu werden u.a. Transitional Measures beantragt und die Solvenzquote auf ein vertretbares Minimum reduziert.
- (b) Die ODLAG möchte weiter Neugeschäft in der Lebensversicherung betreiben. Hierzu steht sie im Markt im Wettbewerb und muss daher die folgenden Aspekte berücksichtigen:
- Renditeerwartung der Versicherungsnehmer, Erwartung der Aktionäre und Wettbewerbsaspekte erfordern das Erwirtschaften möglichst hoher Erträge in der Kapitalanlage.

- Die Überschussbeteiligung ist nach wie vor ein starkes Verkaufsargument in der Lebensversicherung. Eine Reduktion auf das gesetzlich vorgeschriebene Minimum wird vermutlich Wettbewerbsnachteile zur Folge haben.
- Eine Migration der Bestände in ein neues und effizienteres Bestandsführungssystem erfordert hohe Investitionen, die der Aktionär bereits sein muss zu tragen.
- Reduktion von Kundenservice und Personal birgt entsprechende Reputationsrisiken, die sich negativ auf das Neugeschäft auswirken können. Die Beantragung von Transitional Measures gemäß Solvency II birgt ebenfalls entsprechende Reputationsrisiken.

(c) Die ODLAG läuft die folgenden Risiken (4 davon waren gefragt):

- Finanzielle Risiken (abhängig vom Kaufpreis), dass sich die ökonomischen Bedingungen gegenüber den bei der Bewertung der Transaktion getroffenen Annahmen dahingehend ändern, dass eine interne Abwicklung günstiger gewesen wäre. Konkret ist hier z.B. das nahende Ende der Niedrigzinspolitik der EZB zu nennen oder die angedachten Änderungen in der deutschen Regulierung bzgl. der Zinszusatzreserve (ZZR).
- Kostenrisiken: Der Verlust des traditionellen Bestands der ODLAG als Kostenträger kann einen erheblichen Kostendruck auf die verbleibende Gesellschaft auslösen.
- Operationelle Risiken durch potenzielle Fehler im Zuge der Transaktion (fehlerhafte Bewertung der Bestände, Fehler in der Vertragsgestaltung, Fehler bei der Durchführung der Transaktion). Operative Herausforderungen und Risiken beim Herauslösen des traditionellen Bestands aus der IT und den internen Prozessen der ODLAG.
- Reputationsrisiken aufgrund einer negativen Resonanz in Öffentlichkeit und Politik im Zuge der Bestandsübertragung, mit negativen Auswirkungen auf künftiges Neugeschäft.
- Contagion Risk bzgl. bAV: Beim Verkauf des traditionellen Bestands ist die Behandlung der bAV zu klären. Es besteht die Gefahr dass sich die Reputationsrisiken aus dem Verkauf negativ auf das Neugeschäft in der bAV auswirken. Daher sollte insbesondere eine Kommunikationsstrategie gegenüber den Firmenkunden ausgearbeitet werden.
- Persönliche Haftungsrisiken für die beteiligten Vorstände und Aufsichtsräte.

- Verschiedene Einzelfragen bedürfen einer Klärung, z.B. im Fall des Übergangs von Mitarbeitern im Zuge der Bestandsübertragung die Klärung der personalwirtschaftlichen Umsetzung und ggfs. der Umgang mit eingegangenen Pensionsverpflichtungen der ODLAG.
- (d) Die folgenden Maßnahmen können dazu beitragen, die angedachte Transaktion für alle Beteiligten möglichst rechtssicher zu gestalten (3 davon waren gefragt):
- Sorgfalt in der Vorbereitung und Durchführung der Transaktion: sorgfältige Ausarbeitung und Verhandlung der Verträge, sorgfältige Vorbereitung der Transaktion, sorgfältige Durchführung der Übertragung der Bestände.
 - Aufnahme von Klauseln in die Verträge mit der übernehmenden Partei, dass Änderungen der Gesetzeslage (z.B. Änderungen zur Bestimmung der ZZR) durch einen nachträglichen Aufschlag auf den Kaufpreis Rechnung getragen wird.
 - Begleitung durch externe Experten: Externe Bewertung der Bestände, Rechtliche und Steuerliche Gutachten zur Transaktion, Begleitung durch Berater mit Erfahrung in Bestandsübertragungen
 - Interne Analysen und schriftliche Stellungnahmen der Kontrollfunktionen: Risikoanalyse seitens des CRO, Analyse der Compliance-Risiken durch den Chief Compliance-Officer, Gutachten zu den Versicherungstechnischen Rückstellungen durch den Inhaber der Aktuariellen Funktion.

Aufgabe 6. Risikomodellierung Schadenversicherung [15 Punkte]

Sie arbeiten im Risikomanagement der Property-Protect SE und sind verantwortlich für den Betrieb des Internen Modells. Aus Ihren Schadensystemen liegen Ihnen die Schadendaten (hier ein Auszug) für die Sparte Feuerversicherung vor.

Schadensnummer	Anfalljahr	Zahlung	Rückstellung	Bemerkung
:	:	:	:	:
1102-235-1995	1995	1,235.062	0	Sachschaden
1103-236-1995	1995	853.245	0	Betriebsunterbrechung
0579-245-2016	2016	605.654	2.000.000	
0485-245-2017	2017	1.568.425	0	Sammelabrechnung Monat April
1458-235-2017	2017	897.536	1.500.000	
:	:	:	:	:

- (a) (5 Punkte) Beschreiben Sie kurz die Schritte, um aus den Rohdaten simulierte Großschäden zu erhalten?

Hinweis: Denken Sie insbesondere an die Datenaufbereitung!

- (b) (5 Punkte) Ihre zu parametrisierenden Großschadendaten enthalten diverse Ausreißer. Beschreiben Sie kurz die Verwendung eines Momentenschätzers und die eines Maximumlikelihoodschätzers. Welcher Schätzer ist besser geeignet, solche Ausreißer zu berücksichtigen? Skizzieren Sie außerdem einen QQ-Plot der zeigt, dass das Risiko der Empirie durch die parametrisierte theoretische Verteilung deutlich unterschätzt wird. Worauf sollte man bei der Wahl des Thresholds achten?

- (c) (5 Punkte) Sie haben für Ihre Sparten die folgenden versicherungstechnischen Risiken ermittelt:

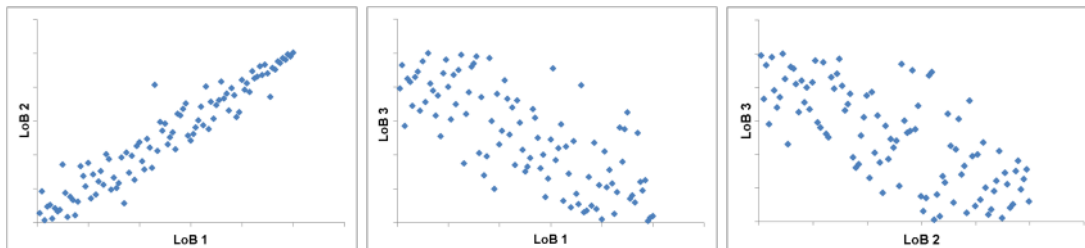
Sparte	LoB 1	LoB 2	LoB 3
vt. Risiko (Mio. Euro)	100	50	75

Um das Gesamtrisiko zu bestimmen verwenden Sie zunächst die folgenden linearen Abhängigkeiten, welche Sie über die Wurzelformel (analog zur Standardformel) anwenden.

	LoB1	LoB 2	LoB 3
LoB 1	100%	25%	25%
LoB 2	25%	100%	25%
LoB 3	25%	25%	100%

Wie hoch ist der Diversifikationseffekt?

Durch Analyse der historischen Schadendaten erhalten Sie die folgenden paarweisen Punktwolken:



Welche Unterschiede liegen im Vergleich zur Kalibrierung gemäß Standardformel vor? Beschreiben Sie deren Auswirkungen auf die Diversifikation? Würde man diese Abhängigkeiten verwenden, welche Sparte trägt am Stärksten zum Diversifikationseffekt bei und warum?

Wie könnte man dieses für die wertorientierte Steuerung verwenden?

Lösungsvorschlag

(a) *Folgende Schritte müssen genannt werden:*

1. *Kumule identifizieren*

Sollten zwei oder mehrere Schadeninformationen zusammengehören (Bsp. Sachschaden und Betriebsunterbrechung) sollten diese zur korrekten Schadenabbildung zusammengefasst werden.

2. *Sammelschäden entfernen*

Schäden, welche keine echten Großschäden sind (Bsp. Sammelabrechnungen), sollten nicht für die Großschadenparametrisierung herangezogen werden.

3. *Schadendaten inflationieren*

Die Schäden sollten mit einem geeigneten Inflationsindex auf das zu simulierende Jahr inflationiert werden.

4. *Schadendatenabwickeln*

Noch offene Schadenfälle sollten auf abgewickelten Stand gebracht werden. Beispielsweise mit einer Zahlungs- oder einer Aufwandsabwicklung

5. *Bestimmung der Grobtschadengrenze*

Festlegung des Thresholds zur Abgrenzung der Grobtschäden von den Basischäden

6. *Bestimmung der Exposureinformationen pro Anfalljahr*

Prämien oder Versicherungssummen können beispielsweise benutzt werden, um die Schadenanzahl auf das zu simulierende Jahr zu skalieren.

7. *Parametrisierung der Schadenanzahlverteilung*

Verwendung der skalierten Schadenanzahl pro Anfalljahr um beispielsweise über die Momentenmethode eine Binomial-, Negativbinomial- oder Poissonverteilung zu parametrisieren.

8. *Parametrisierung der Schadenhöhenverteilung*

Verwendung von Momenten- oder Maximumlikelihoodschätzern, um die Parameter der Höhenverteilung zu ermitteln und dann die geeigneten Verteilungen mittels statistischen Tests, QQ-Plots, PP-Plots zu bestimmen,

9. *Simulation der Schadenanzahlverteilung*

Ermittlung der simulierten Schadenanzahl über die Anwendung der Inversionsmethode auf die parametrisierte Anzahlverteilung

10. *Simulation der Schadenhöhenverteilung*

Ermittlung der simulierten Schadenhöhe pro simuliertem Schaden über die Anwendung der Inversionsmethode auf die parametrisierte Höhenverteilung

(b) Momentenschätzer

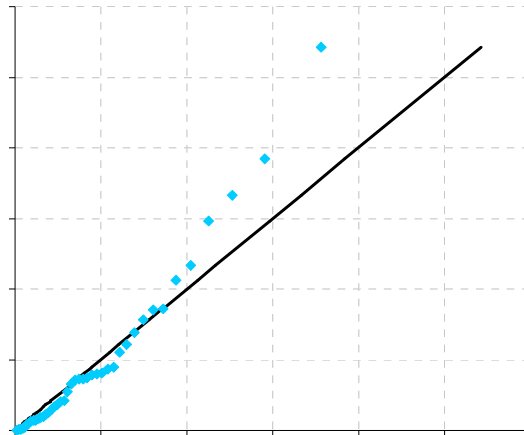
Bei der Momentenschätzmethode bestimmt man zunächst die Momente der Empirischen Daten (Bsp. Erwartungswert und Standardabweichung) und ermittelt aus diesen die Parameter der Verteilung.

Maximumlikelihoodschätzer

Bei dem Maximumlikelihoodschätzmethode wird vereinfacht ausgedrückt derjenige Parameter als Schätzung ausgewählt, gemäß dessen Verteilung die Realisierung der beobachteten Daten am plausibelsten erscheint. Man geht also stärker auf die Gestalt der empirischen Verteilung ein.

Der Maximumlikelihoodschätzer reagiert eher auf Ausreißer als die Momentenschätzer.

Skizze des QQ-Plots:



Die x-Achse beschreibt die theoretische Verteilung, die y-Achse die Empirie. Die Punkte im höheren Quantilsbereich liegen oberhalb der Winkelhalbierenden.

Beispiel für mögliche Antworten für die Wahl des Thresholds:

- Stabilität des Parameters
 - Plafond des Rückversicherungsvertrags
- (c) Über die Wurzelformel erhält man ein diversifiziertes Risiko i.H.v. ca. 162 Mio. Euro. Die Summe der Einzelrisiken liegt bei 225 Mio. Euro. Der Diversifikationseffekt beträgt ca. 63 Mio. Euro.

Bei den Sparten LoB 1 und LoB 2 erkennt man eine Tailabhängigkeit. Zwischen den Sparten LoB 1 und LoB 3 sowie zwischen LoB 2 und LoB 3 liegt anscheinend eine negative Abhängigkeit vor.

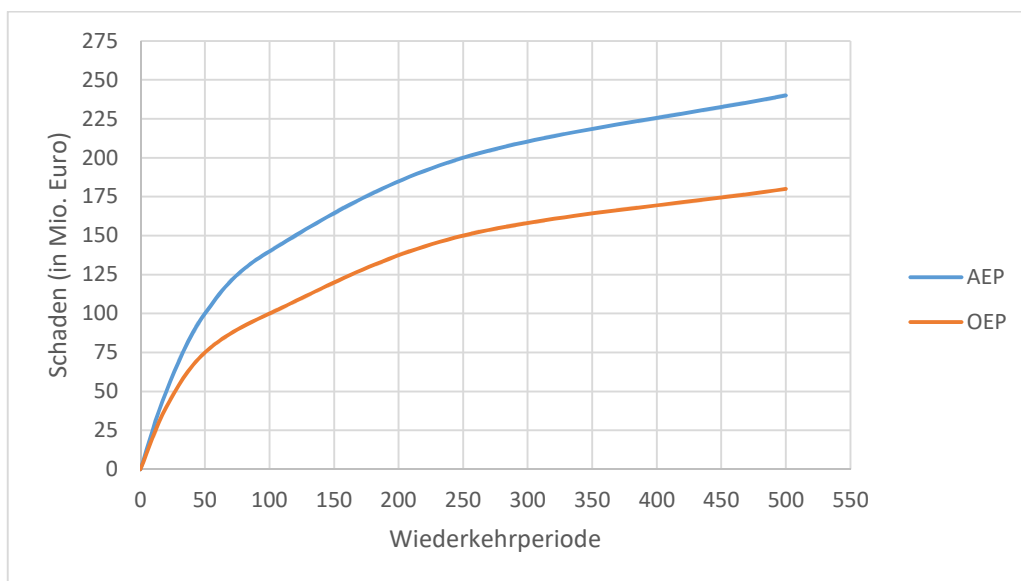
Die Tailabhängigkeit wird höchst wahrscheinlich den Diversifikationseffekt reduzieren, die negativen Abhängigkeiten erhöhen ihn wieder.

Die Sparte LoB 3 hat zu den beiden anderen Sparten eine negative Abhängigkeit. Die Sparten LoB 1 und LoB 2 haben im Gegensatz dazu untereinander eine Tailabhängigkeit. Daher trägt die Sparte LoB 3 am stärksten zum Diversifikationseffekt bei.

Ein Wachstum in der Sparte LoB 3 würde positiv auf das Risikoprofil und damit auf die wertorientierte Steuerung wirken.

Aufgabe 7. Risikotransfer Schadenversicherung [15 Punkte]

Sie arbeiten in der Rückversicherungsplatzierung und sollen anhand der Ergebnisse aus dem Internen Modell eine Einschätzung zum Risikotransfer geben. Ihnen liegen die folgenden Parametrisierungen bzw. Resultate aus dem Modell für die Sparte Feuerversicherung vor. Für die Basisschäden wird eine Lognormalverteilung simuliert, deren 99,5% Quantil bei 130 Mio. Euro und deren Erwartungswert bei 100 Mio. Euro liegt. Der erwartete Jahresgesamtschaden aus Naturkatastrophenschäden liegt bei ca. 10 Mio. Euro und die Brutto Exceedance Probability Kurven der Naturgefahrensimulation sehen wie folgt aus:



- (a) (5 Punkte) Sie wollen einen Quotenrückversicherungsvertrag mit einer 30% Quote zeichnen. Wie hoch ist das Nettoprämienrisikorisiko nach Rückversicherung gemäß Solvency II dieser Sparte und wie hoch ist der Diversifikationseffekt zwischen den Schadenarten?
Hinweis: Gehen Sie davon aus, dass Basis- und Naturgefahrenschäden unabhängig sind und rechnen Sie vereinfacht mit der Wurzelformel!
- (b) (3 Punkte) Sie überlegen nun einen Cat XL Vertrag für Naturgefahrenschäden einzukaufen. Mit dem Vertrag wollen Sie nach Rückversicherung einen Maximalschaden i.H.v 10 Mio. Euro nur alle 250 Jahre überschreiten. Wie muss der Vertrag gestaltet werden?
Hinweis: Ignorieren Sie Wiederauffüllungen und zedierte Prämie!
- (c) (7 Punkte) Sie sollen nun für den Vorstand eine Entscheidungshilfe vorbereiten, welcher der Verträge aus a) und b) aus Steuerungssicht gezeichnet werden soll. Hierzu liegen Ihnen die Bruttoprämie i.H.v. 150

Mio. Euro, der Provisionsfaktor der Quotenrückversicherung i.H.v. 20% und die Prämienrate des Cat XL-Vertrags i.H.v. 5% vor.
Das Gesamtrisiko nach XL Rückversicherung reduziert sich auf 40 Mio. Euro und im Mittel werden 5 Mio. Euro zediert.

Wie hoch ist die Capital Cost Ratio und welcher Vertrag ist nach diesem Kriterium am sinnvollsten?

Lösungsvorschlag

- (a) Zunächst ermittelt man aus den Daten der Basisschadenverteilung des Risiko $30\text{MEUR} = 130\text{MEUR} - 100\text{MEUR}$. Bei den Naturkatastrophenschäden wird das 99,5% Quantil über das 200 Jahresereignis der AEP Kurve abgelesen (Jahresgesamtschaden) und beträgt ca. 185MEUR. Abzüglich Erwartungswert erhält man hier 175MEUR. Durch die Unabhängigkeitsannahme erhält man das folgende Gesamtrisiko vor Rückversicherung:

$$\sqrt{(30\text{MEUR})^2 + (175\text{MEUR})^2} \approx 178\text{MEUR}$$

Durch die 30% Quotenabgabe bleiben somit ca. 124 Mio. Euro Netto Risiko übrig. Der Diversifikationseffekt nach Rückversicherung beträgt 19 Mio. Euro.

- (b) Anhand der OEP Kurve (Jahresmaximalschaden) ergibt sich der Schaden zur Wiederkehrperiode 250 Jahre als 150 Mio. Euro. Da man alle 250 Jahre nur einen Maximalschaden i.H.v. 10 Mio. Euro haben will, kann man eine Priorität von 10 Mio. Euro und eine Haftungsstrecke von $150\text{MEUR} - 10\text{MEUR} = 140\text{MEUR}$ wählen.
- (c) Sie müssen zunächst die mittleren Abgaben an den Rückversicherer für beide Verträge bestimmen.

Für den Quotenvertrag geben Sie 30% der Bruttoprämie, also 45 Mio. Euro ab, erhalten aber eine Provision i.H.v. 9 Mio. Euro und eine mittlere Schadenzahlung i.H.v. 33 Mio. Euro. Sie geben also im Mittel $45\text{MEUR} - 9\text{MEUR} - 33\text{MEUR} = 3\text{MEUR}$ an den Rückversicherer ab. Auf der anderen Seite erhalten Sie eine Reduzierung des Risikos i.H.v. $30\% * 175\text{MEUR} = 52,5\text{MEUR}$. Die Capital Cost Ratio beträgt demnach ca. 5,7%.

Für den Cat XL Vertrag geben Sie 5% der Bruttoprämie ab, also 7,5 Mio. Euro und erhalten im Mittel eine Schadenzahlung von 5 Mio. Euro. Sie geben also hier $7,5\text{MEUR} - 5\text{MEUR} = 2,5\text{MEUR}$ an den Rückversicherer. Das SCR reduziert sich im Gegenzug um 138 Millionen Euro. Die Capital Cost Ratio beträgt demnach ca. 1,8%.

Der Cat XL Vertrag ist nach diesem Kriterium der bessere Vertrag, da er eine geringere Kapitalkostenquote hat.

Aufgabe 8. Hedging von Garantieprodukten („Greeks“) [15 Punkte]

Der Versicherer hat in der Vergangenheit ein Garantieprodukt verkauft, das derzeit noch eine Restlaufzeit von 10 Jahren über alle ausstehenden Verträge besitzt. Die Garantiesumme über alle Verträge beträgt 500.000.000,00 €. Der Stand der zugrundeliegenden Fondsanteile liegt bei 120,00 €. Es handelt sich hierbei um einen aktiv gemanagten Fonds eines externen Anbieters. Der aktuelle Auszahlungswert für die ausstehenden Verträge liegt bei 600.000.000,00 €. Der Versicherungsnehmer erhält am Ende der Laufzeit das Maximum aus Fondsinvestment und Garantiesumme.

Für das Garantieprodukt ergeben sich folgende Charakteristika, abgeleitet aus der zugrundeliegenden Benchmark des Fondsinvestments:

Theoretischer Marktwert: 670.000.000 €

Delta: - 6.100.000 €

Gamma: - 20.000 €

Vega: - 5.500.000 €

Das aktivseitiges Portfolio besteht aktuell aus einem 600.000.000 € Index-Investment mit der gleichen Benchmark, wie der Fonds und 30.000.000,00 € Kasse.

- (a) (6 Punkte) Sie haben die Vorgabe, ihre Kapitalanlage so zu gestalten, dass das Gesamtrisiko Delta und Gamma neutral ist. Ihr Kapitalanleger bietet hierzu zwei mögliche Derivateportfolien an, in die sie die aktuelle Kasse investieren können.

	Laufzeit in Jahren	Delta	Gamma	Vega	Preis
PF 1 (put option)	2,5	1.100.000	38.000	2.700.000	25.000.000
PF 2 (put option)	2,0	1.000.000	40.000	2.300.000	20.000.000

Für welches der beiden Portfolios würde man sich entscheiden, wenn man davon ausgehen, dass die aktuelle Volatilität im Markt außergewöhnlich niedrig ist?

- (b) (2 Punkte) Wie würde die Antwort von a) sich verändern, wenn man nur einen vollständigen Deltahedge verlangen würde?
- (c) (3 Punkte) Welche zusätzlichen Risiken entstehen für den Hedge in a) dadurch, dass es sich um einen aktiv gemanagten Fonds handelt?
- (d) (4 Punkte) Bitte beantworten Sie die nachfolgenden Fragen mit WAHR oder FALSCH. Für eine richtige Beantwortung erhalten Sie einen halben Punkt, für eine falsche Beantwortung wird ein halber Punkt abgezogen. Fehlende Angaben werden mit 0 Punkten bewertet. Die Gesamtpunktzahl kann nicht negativ werden.

Hinweis: Modellierungsvereinfachungen aus dem Skript für die Berechnung von Portfoliorisiken sind für die Beantwortung der Fragen nicht gültig.

„Greek“-Risiken können ausschließlich durch Derivate gehedgt werden	
Das Vega eines Puts ist immer positiv	
Das Vega eines Calls ist immer positiv	
Vegas eines Portfolios ergeben sich als die Summe der Einzel-Vegas	
Für einen Gamma-Hedge kann man sowohl einen Put als auch einen Call verwenden.	
Das Gamma eines Portfolios ist gleich der Linearkombination der Gammas der Einzeltitel	
Je näher eine Option am Verfallstag liegt, desto grösser ist ihr Vega	

Zur Ableitung eines optimalen Hedges in diskreter Zeit braucht man eine Einschätzung über die erwartete Driftrate des Underlyings	
---	--

Lösungsvorschlag

- (a) Durch die Vorgabe der Gammaneutralität ergeben sich für PF1 und PF2 die nachstehenden skalierten Vegas (Die Delta-neutralität kann mittels dem Underlying gesteuert werden):

PF 1 wird zu ca 52% gekauft (20.000/38.000). Das Vega ergibt sich zu ca 1.420.000.

PF 2 wird zu ca 50% gekauft (20.000/40.000). Das Vega ergibt sich zu ca. 1.150.000

Vega Gesamt PF 1: $1.420.000 - 5.500.000 \approx -4.080.000$

Vega Gesamt PF 2: $1.150.000 - 5.500.000 \approx -4.350.000$

Bei einem Hedge mit PF1 wäre bei steigenden Volatilitätsumfeld ein geringerer Vega-Verlust als mit PF2 zu erwarten. Somit wäre PF 1 vorzuziehen

- (b) Hier gäbe es nur aus der Forderung der Delta-Neutralität keine eindeutige Antwort für eine Präferenz. Theoretisch kann man mit beiden Portfolien das Vega-Risiko auf Null reduzieren, und anschließend die Deltaneutralität durch den Kauf oder Verkauf des Index herstellen.
- (c) Aus dem aktiven Management entsteht ein Basisrisiko. Das tatsächliche Portfolio weicht von der Benchmark ab. Hierdurch werden sich sowohl der Marktwert des Underlying, das Delta und Gamma von ihren berechneten Hedge-Werten abweichen.
- (d)

„Greek“-Risiken können ausschließlich durch Derivate gehedget werden	FALSCH
Das Vega eines Puts ist immer positiv	RICHTIG

Das Vega eines Calls ist immer positiv	RICHTIG
Vegas eines Portfolios ergeben sich als die Summe der Einzel-Vegas	FALSCH
Für einen Gamma-Hedge kann man sowohl einen Put, als auch einen Call verwenden.	RICHTIG
Das Gamma eines Portfolios ist gleich der Linearkombination der Gammas der Einzeltitel	RICHTIG
Je näher eine Option am Verfallstag liegt, desto grösser ist ihr Vega	FALSCH
Zur Ableitung eines optimalen Hedges in diskreter Zeit braucht man eine Einschätzung über die erwartete Driftrate des Underlyings	RICHTIG

Aufgabe 9. Rückversicherung und Verbriefung [15 Punkte]

Ein Lebensversicherungsunternehmen will sich gegen Massenstorno seines Bestands aus fondsgebundenen Lebensversicherungen absichern, der sehr stabile Kosten- und Risikogewinne liefert. In der Vergangenheit wurden folgende jährliche Stornoraten (aggregiert über den gesamten Bestand) beobachtet:

Jahr	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Stornorate	8%	6%	4%	6%	5%	17%	20%

In den Jahren 2011 bis 2015 hat er damit eine durchschnittliche Stornorate von 5,8% beobachtet, und in den Jahren 2011 bis 2017 von 9,4%. Die Standardabweichung in den Jahren 2011 bis 2015 beträgt 1,5%, in den Jahren 2011 bis 2017 6,4%. Das Exposure für Storno-Erhöhung ist in 2017 insgesamt 2.000.000 € und die restliche Laufzeit der Verträge beträgt 3 Jahre.

Parameter der Solvency II Storno-Szenarien: Mass Lapse 40% absolut, Lapse Up 50% mehr als Best Estimate

- (6 Punkte) Das Unternehmen rechnet in seinem Modell noch mit Best Estimate Annahmen aus den Jahren 2011 bis 2015. Ermittle die maximal mögliche SCR_{Lapse} -Entlastung bei einer Mass Lapse Verbriefung.
- (2 Punkte) Die Gegenpartei will nur eine Deckung 10% xs 30% anbieten. Wie hoch ist dann die SCR_{Lapse} -Entlastung?
- (3 Punkte) Entscheide mit dem Kapitalkostensatz unter Solvency II von 6% und einer nach Diversifikation effektiven Entlastung des gesamten SCR_{Tot} von 55% ob ein Transfer für einen Preis von 3% Exposure lohnt.
- (4 Punkte) Diskutiere die Nachteile der beschriebenen Struktur und schlage Verbesserungen der Struktur vor, um die Wirkung zu erhöhen. Bewerte dafür jeweils auch die mögliche Auswirkung auf die Kosten.

Lösungsvorschlag

- Mass-Lapse-Szenario: $40\% \cdot 2.000.000\text{€} = 800.000\text{€}$
 Lapse-Up-Szenario ($1,5 \cdot 5,8\% = 8,7\%$):
 - Jahr 1: $(8,7\% - 5,8\%) \cdot 2.000.000\text{€} = 58.000\text{€}$
 - Jahr 2: $(8,7\% \cdot (1 - 8,7\%) - 5,8\% \cdot (1 - 5,8\%)) \cdot 2.000.000\text{€} = 49.590\text{€}$
 - Jahr 3: $(8,7\% \cdot (1 - 8,7\%)^2 - 5,8\% \cdot (1 - 5,8\%)^2) \cdot 2.000.000\text{€} =$

42.107€

Gesamt (das erste Jahr wird nicht abgezogen, da eine uneingeschränkte Mass Lapse Lösung auch im ersten Jahr für Lapse Up wirkt):

$$800.000€ - 49.590€ - 42.107€ = 708.303€$$

- (b) Mass-Lapse-Szenario: $(40\% - 30\%) \cdot 2.000.000€ = 200.000€$
Lapse-Up-Szenario nicht relevant, da Selbstbehalt bei 30%.
- (c) Entlastung: $200.000€ \cdot 6\% \cdot 55\% = 6.600€$
Preis: $200.000€ \cdot 3\% = 6.000€$
Der Transfer lohnt sich gerade, die Einsparung in Höhe von 600€ ist aber nicht wirklich wesentlich im Vergleich zu den damit verbundenen Kosten.
- (d) Hoher Selbstbehalt: Mit 10% xs 30% ist der Selbstbehalt vergleichsweise hoch. Eine Struktur unter 20% xs 20% wird die Gegenpartei wegen der aktuell hohen Stornoquote von 20% kaum anbieten und auch bei z.B. 15% xs 25% werden vermutlich die Kosten überproportional steigen und damit die Attraktivität geringer werden.

Einjährige Deckung: Regulatoren bemängeln oft, dass die einjährige Deckung nicht gut genug die Struktur von Storno-Szenarien abbildet oder keine langfristige Risikostrategie beweist. Stattdessen sollte die Deckung auf mindestens auf 2 Jahre angelegt werden. Dies kann (insb. in diesem Fall der bereits hohen Stornoraten) zu einer Preiserhöhung führen.

Aufgabe 10. Traditionelles LV-Geschäft [15 Punkte]

Ein Versicherer hat gewinnberechtigtes Geschäft mit Garantien in der Vergangenheit geschrieben und folgende vereinfachte Marktwertbilanz ermittelt:

Basisfall

Assets		Liabilities	
MVA	100	PVGB	90
		FDB	7.5
		PVFP	2.5

Es gelten folgende Abkürzungen:

- Marktwert Kapitalanlagen („market value assets“): MVA
- Barwert der garantieren Leistungen („present value guaranteed benefits“): PVGB
- Barwert der Leistungen aus zukünftig zu erwartender Gewinnbeteiligung auf Basis der gesetzlichen Mindestgewinnbeteiligungsregelung („Future discretionary benefits“): FDB
- Barwert der erwarteten Gewinne vor Steuer und Kapitalkosten („present value future profits“): PVFP

Die Kapitalanlagen bestehen nur aus festverzinslichen Papieren. Es sei angenommen, dass die Zinskurve flach ist. Es handelt sich nur um reine Sparprodukte mit Stornooption, d.h. es gibt keine biometrische Komponente. Kosten und Kostenbeiträge seien vernachlässigbar.

Das Unternehmen rechnet einige Zinsstresstests (jeweils einfache Parallelverschiebung)

-50bp

Assets		Liabilities	
MVA	102.5	PVGB	99.0
		FDB	2.6
		PVFP	0.9

-75bp

Assets		Liabilities	
MVA	103.8	PVGB	103.5
		FDB	0.2
		PVFP	0.1

-150bp

Assets		Liabilities	
MVA	107.5	PVGB	117.0

FDB	0.0
PVFP	-9.5

+75bp	Assets		Liabilities	
	MVA	96.3	PVGB	76.5
			FDB	14.8
			PVFP	4.9

+300bp	Assets		Liabilities	
	MVA	85.0	PVGB	36.0
			FDB	36.8
			PVFP	12.3

- (1 Punkt) Auf welche Mindestgewinnbeteiligung lassen die gezeigten Marktwertbilanzen schließen?
- (1 Punkt) Was lässt sich auf Basis der -50bp Zinssensitivität über die Modified Duration von MVA und PVGB schlussfolgern?
- (3 Punkte) Was lässt sich auf Basis der -50bp Zinssensitivität über die Modified Duration von FDB und PVFP schlussfolgern? Interpretieren Sie das Ergebnis auch in Relation zum Aufgabenteil b).
- (4 Punkte) Welche Schlüsse lassen sich aus dem Vergleich der -75bp und -150bp Sensitivität ziehen?
- (4 Punkte) Unter welchen Umständen könnten die gezeigten Ergebnisse der +300bp Sensitivität die Wirklichkeit nicht sachgerecht widerspiegeln (welcher Fehler könnten die Risikomanager, die die Kalkulation vorgenommen haben, gemacht haben)?
- (2 Punkte) Nennen Sie zwei Hedgingmöglichkeiten, um auch nach dem -150bp Stress noch einen positiven Wert für den Aktionär zu generieren? Für den Hedge sollten keine bestehenden Kapitalanlagen veräußert werden.

Lösungsvorschlag

- (a) Der Marktwertzuwachs geht zu 25% an den Aktionär und zu 75% an den Versicherungsnehmer, d.h. die Mindestgewinnbeteiligung beträgt 75% vom Zinsergebnis.
- (b) Die Duration MVA beträgt etwa 5% und die von PVGB etwa 20%.
- (c) Die Duration von PVFP und FB beträgt etwa 130%. Beide Größen reagieren positiv auf einen Zinsanstieg und negativ auf eine Reduktion des Zinsniveaus aufgrund der kürzeren Laufzeit auf der Aktivseite im Vergleich zu Passivseite. Die (absolut betrachtet kleine) Differenz zwischen MVA und PVGB reagiert (relativ gesehen) viel stärker auf Zinsänderungen als die Größen MVA und PVGB selbst aufgrund des sehr großen Durationgaps.
- (d) Der Garantiezins wird unterschritten, d.h. PVGB übersteigt MVA. Damit entfällt die Überschussbeteiligung und der Aktionär wird alleine an den Verlusten partizipieren.
- (e) Die Risikomanager haben kein höheres Storno antizipiert, welcher bei einem starken Zinsanstieg auftreten könnte, wenn die Versicherungsnehmer sich alternativen höherverzinslichen Anlagen zuwenden. In solch einem Fall könnte der Rückkaufswert über den Marktwerten liegen.
- (f) Receiver Swaps oder Receiver Swaptions

Aufgabe 11. Kreditrisiko [15 Punkte]

Alle betrachteten Bonds sind ohne eingebettete Optionen.

Tabelle 1

Bond	Nominal	Marktwert	Kupon	Restlaufzeit
A	30.000	30.000	1%	5
B	20.000	19.000	1%	5
C	10.000	9.500	3%	5
D	15.000	14.700	3%	5
E	18.000	12.000	0%	1

Tabelle 2

Bond	Emittent	Sektor
A	1	Sek1
B	2	Sek1
C	3	Sek2
D	3	Sek2
E	4	Sek3

Tabelle 3

CDS	Reference Obligation	Reference Entity	Sektor der Reference Entity	Laufzeit
X	Bond B	2	Sek1	5
Y	Bond K	7	Sek2	5
Z	Bond L	4	Sek3	5

- (6 Punkte) Ordnen sie die Bonds A bis E gemäß ihrem Kreditrisiko, gegeben die Informationen aus Tabelle 1. Begründen sie ihre Entscheidung. Bond A ist risikofrei.
- (3 Punkte) Was schließen sie angesichts der zusätzlichen Informationen aus Tabelle 2 über die kreditrisikorelevanten Eigenschaften der Bonds C und D?
- (6 Punkte) Sie besitzen das Bondportfolio aus Tabelle 1 und erwägen eine Absicherung des Kreditrisikos durch CDS aus Tabelle 3. Diskutieren sie für jeden CDS die Eigenschaften der Absicherung bzw. Vor- und Nachteile ei-

nes Kaufs. Dabei dürfen sie annehmen, dass die Ausfallwahrscheinlichkeiten von Bonds aus demselben Sektor recht hoch korreliert sind. Welcher CDS, vermuten sie, ist am billigsten? Begründen sie ihre Vermutung.

Lösungsvorschlag

- (a) Wir schreiben „<“ für „ist riskanter als“, die Marktwerte werden normiert pro Nominal 100 betrachtet.
- Bond A ist risikofrei, der risikofreie Zins für 5 Jahre ist also 1%
 - $A > B$ und $D > C$: B (bzw. C) hat einen niedrigeren Marktwert als A (bzw. D) bei sonst gleichen Merkmalen, ist also riskanter
 - $C < B$: B und C haben beide Marktwert 95, aber C hat einen höheren Kupon, ist also billiger (hat eine höhere interne Rendite) und riskanter.
 - $D < B$: Die Summe der ausstehenden Zahlungen (pro Nominal 100) von Bond B bzw. D ist 105 bzw. 115. Die Marktwerte hingegen liegen deutlich näher beieinander, nämlich 95 bzw. 98. So betrachtet erscheint D billiger und diese Einschätzung ändert sich unter einer 5-jährigen Diskontierung mit sicherem Zins 1% nicht.
 - $C > E$: E ist ein Zerobond mit kurzer Restlaufzeit, der Marktwert ist jedoch bei 66, das entspricht einer internen Rendite von 50%. Dieser Bond ist sehr stark ausfallgefährdet. Das Augenmaß zeigt, dass die interne Rendite von C deutlich unter 50% liegt, also weniger riskant ist.
 - Folglich gilt $A > B > D > C > E$
- (b) Bonds C und D haben denselben Emittenten aber C ist riskanter als D. Deshalb müssen die Bonds verschiedene kreditrisikorelevante Eigenschaften haben. D könnte etwa eine höhere Seniorität haben als C oder eine (bessere) Besicherung.
- (c) CDS X ergäbe eine direkte Absicherung von Bond B (Vorteil). Aufgrund der Annahme, dass die Ausfallwahrscheinlichkeiten von Bonds aus demselben Sektor recht hoch korreliert sind, ist CDS X eine Proxy-Absicherung von Bond A. Allerdings ist A risikofrei, es handelt sich also um eine makroökonomische Absicherung. Deshalb ist das Ausfallrisiko klein und der CDS am

billigsten. Die Lösung der Teilaufgabe (a) unterstützt diese Vermutung. CDS Y sichert nur gegen denselben Sektor (Sek2) der Bonds C und D ab, der Kauf wäre (unter der Annahme wie oben) eine Proxy-Absicherung der beiden Bonds. CDS Z ist eine indirekte Absicherung des Bonds E, allerdings hat der Bond eine Restlaufzeit von einem Jahr und der CDS eine 5-jährige Laufzeit. Der CDS könnte nach einem Jahr eventuell glattgestellt werden, aber das erzeugt zusätzliche Kosten.

Aufgabe 12. Operationelles Risiko [15 Punkte]

Eine Lebensversicherung verfügt über ein veraltetes Bestandsführungssystem. Aus diesem Grund möchte die Versicherung ein neues System entwickeln. Die Entwicklung soll in einer Projektstruktur durchgeführt werden.

- (a) (5 Punkte) Was könnten relevante Treiber für das Projektrisiko sein? Benennen Sie vier Treiber!
- (b) (10 Punkte) Welche Methoden aus dem operationellen Risikomanagement könnte man zur Identifikation und zum Management des Projektrisikos verwenden? Beschreiben Sie für zwei Methoden unter Verwendung von Beispielen, wie man diese im Projektrisikomanagement anwenden könnte!

Lösungsvorschlag

- (a) Z.B. vier aus:
 - a. unzureichende Dokumentationen
 - b. fehlerhafte Versionierungen
 - c. Anforderungen, die vom Auftraggeber zu Anfang nur sehr unzureichend spezifiziert werden und dann während des Projektverlaufs immer weiter detailliert und erweitert werden
 - d. fehlende Kommunikationskultur in Projekt und Unternehmen
 - e. keine klare Definition, was Projekterfolg bedeutet
 - f. fehlende oder unzureichende Entscheidungskompetenz des Projektleiters bei Ressourcenkonflikten
- (b) Z.B.
 - a. Man könnte eine Art Self-Assessment zur Risikoidentifikation in Form einer strukturierten Teambefragung anwenden. Mögliche Fragen könnten sein
 - i. Sind die formulierten Projektziele klar und operational formuliert?

- ii. Ist das gewünschte Produkt mit allen benötigten Funktionen ausgestattet?
 - iii. Existieren realistische Terminpläne?
 - iv. etc.
- b. Man wendet ein Frühwarnsystem mit Indikatoren an. Als Indikatoren kommen hier beispielhaft in Frage:
- i. Anzahl der Projektinformationen/-dokumentationen
 - ii. Anzahl unklarer oder fehlender Definitionen von Meilensteinen oder Aktivitäten
 - iii. Anzahl fehlender Projektstatusberichte
 - iv. etc.