



DAV

DEUTSCHE
AKTUARVEREINIGUNG e.V.

Schriftliche Prüfung im CERA-Modul 3

Klassifizierung und Modellierung von Risiken

gemäß Prüfungsordnung 1.0
der Deutschen Aktuarvereinigung e. V.
zum Erwerb der Zusatzqualifikation CERA

am 19.10.2018

Hinweise:

- Als Hilfsmittel ist ein Taschenrechner zugelassen.
- Die Gesamtpunktzahl beträgt 90 Punkte. Die Klausur ist bestanden, wenn mindestens 45 Punkte erreicht werden.
- Bitte prüfen Sie die Ihnen vorliegende Prüfungsklausur auf Vollständigkeit.
- 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 Bewertungstichtag 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:

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

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

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

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

- (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:

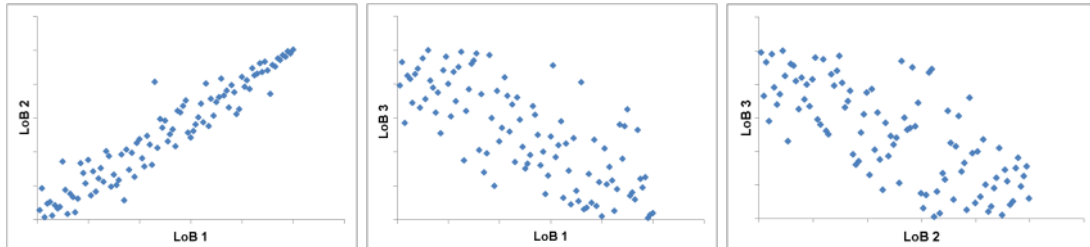
Sparte	LoB 1	LoB 2	LoB 3
vt. Risiko (Mio. Euro)	100	50	75

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 Großschadengrenze*

Festlegung des Thresholds zur Abgrenzung der Großschäden 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

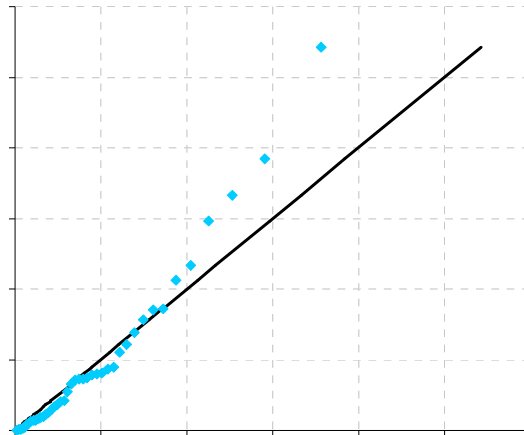
Bei der Momentenschätzmethode bestimmt man zunächst die Momente der Empirischen Daten (Bsp. Erwartungswert und Standardabweichung) und ermittelt aus diesen die Parameter der Verteilung.

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.



DAV

DEUTSCHE
AKTUARVEREINIGUNG e.V.

Written Examination in CERA Module 3

Classification and Modelling of Risks

pursuant to Examination Regulations 1
of the Deutsche Aktuarvereinigung e. V.
for the additional qualification as a CERA

Date: 19.10.2018

Please Note:

- You may use a calculator.
- The examination has a total of 90 marks. The pass mark is 45 marks.
- Please check that your examination paper is complete. It consists of 11 pages.
- Give reasons for your answers. You must show your working out for any questions that involve calculations.

Members of the Examinations Committee:

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

Question 1. Taxonomy of risk, Liquidity risk [15 marks]

- (a) (4 marks) Liquidity risk is explicitly considered in some risk taxonomies (e.g., in the German Minimum Requirements for Risk Management in Insurance Companies or MaRisk VA) and in others it is not considered or only to a limited extent (e.g., Solvency II). How could this differing view have arisen? List which different approaches to drawing up risk taxonomies could lead to such differences!
- (b) (4 marks) In its annual report 2012 the German Office for the Supervision of Financial Services (BaFin) wrote: "Unlike the banks insurers usually do not lack liquidity, even in times of crisis." Describe how the business models of banks and insurers differ in terms of liquidity risk! Make your own conclusions about how the BaFin could come to the above conclusion!
- (c) (7 marks) Similarly to the expression "a run on the banks" one could also coin the expression "a run on insurers" for the insurance industry. Describe three scenarios that could trigger liquidity shortfalls in insurers. Which ones could be described as "a run on insurers" and which not? Give reasons for your answer! (*Please Note: you should select your scenarios so that at least one would be classified as a "run on insurers" in your estimation*).

Question 2. *Interest rates and interest rate volatility [15 marks]*

Assume that the yield curve on the last valuation date has been flat with interest of -0.5%. You work for a life insurer and are negotiating with a provider of capital market scenarios about how the risk-neutral valuation scenarios on this date ought to be created.

- (a) (3 marks) As an interest rate model you may select between 1-factor-Hull-White, LMM and LMM+. Which model do you think is most appropriate for valuation purposes and why?
- (b) (2 marks) Which convention for quoting interest rate volatilities, i.e., the Black convention or the Normal convention, would you choose and why?
- (c) (7 marks) Your Department is unfortunately subject to strict austerity measures. If you only purchased the basis scenario package from the ESG provider your company would only pay 1/3 of the price that would be charged for a complete ESG solution, including all necessary sensitivity packages. Your colleague maintains that you could easily produce the interest-rate sensitivity scenario package yourself from a given basis scenario package and recommends you to use the following formulae:

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

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

The following notation applies:

$ZCB_T(t)$: Price of the zero coupon bond with maturity in T at the point of time t

$Disc_t$: Discount for discounting of point in time t auf to point in time 0

All data for the sensitivity package is marked with bars. Note that the sensitivity prices of the zero coupon bonds at point in time 0 arise directly from the definition of the sensitivity and are thus known, where-

as the data for future points in time $t > 0$ should be calculated using the above formulae.

Prove that the sensitivity scenario package produced in this way is sufficient for the Martingale test for zero coupon bonds if the basis scenario package is sufficient for the Martingale test for zero coupon bonds.

Note: You must prove that the following equation applies:

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

- (d) (3 marks) If one produces sensitivity scenario packages in practice using the above formulae, a further processing step will be required after applying these formulae. Why would it not suffice to simply use the above formulae to generate, say, a scenario package for a univariate interest rate sensitivity such as, for example, a 100bp shift?

Question 3. Underwriting: Life [15 marks]

A life insurance company has two different annuity in-force portfolios (for this question the gender of the insured persons need not be considered):

- in-force portfolio A: immediate annuities from 10,000 matured endowment policies with insured persons aged 65 and annual annuity payments of € 20,000.
- in-force portfolio B: immediate annuities from 100 lottery wins with insured persons aged 35 and annual annuity payments of €2,000,000.

For both portfolios, the company wants to assess the underwriting risks involved.

- (a) (4 marks) Describe the longevity risk in general and its three relevant components.
- (b) (4 marks) Consider and give qualitative reasons for both portfolios and for each of the three components from section a) individually which constitutes the greater risk.
- (c) (5 marks) Describe how the trend risk for both portfolios can be modelled and calibrated. To what must you pay particular attention when calibrating trend risk?
- (d) (2 marks) For both portfolios analyse qualitatively the model and parameter risks when calibrating for trend risk.

Question 4. Risk Aggregation [15 marks]

A non-life insurance company from the Euro zone has the following assets in its market value balance sheet:

Investments	9,200
Bonds	8,000
<i>thereof EUR bonds</i>	<i>6,800</i>
<i>thereof USD bonds</i>	<i>1,200</i>
Equities	450
Real Estate	740
Derivatives and other investments	10
Receivables & other assets	800
Total assets	10,000

With the exception of the USD bonds and some currency forwards there are no foreign exchange positions in the non-life insurance company's balance sheet. The currency forwards hedge the foreign exchange risk of the USD bonds with a hedge ratio of 90%, meaning that, effectively, only 10% of the USD bonds are exposed to foreign exchange risk.

In line with Solvency II the non-life insurance company uses a simulation model as a certified internal model to calculate its SCR. The table below contains the company's current SCR results. The diversified single capital charges were calculated using an Euler allocation.

SCR in € mln.	Undiversified	Diversified
Market risks (sum)	1214	660
Spread risk	720	513
Interest rate risk	180	21
Equity risk	203	113
Real estate risk	81	11
Foreign currency risk	30	2
Default risk	240	152
UW risks (sum)	1090	587
Operational risk	72	29
Non-linearity & diversification	-1177	11
SCR total	1439	1439

For the entire question, assume that the tax rate is 0%, meaning that tax effects can be neglected. Neglect also the impact of hedging costs on the SCR calculation.

- (a) (10 marks) Since hedging costs have increased rapidly recently the Chief Investment Officer (CIO) of the non-life insurance company proposes not extending the expiring currency forwards completely and reducing the hedging ratio. The consequences for the SCR of cancelling the currency hedge completely is also being considered.

Using the above model results estimate the SCR impact of cancelling the currency hedge completely. What is the greatest uncertainty in this estimation, and how can a better estimation be obtained using the complete model output? In your estimation are there still approximations and how do you estimate their materiality?

- (b) (5 marks) The Chief Investment Officer proposes purchasing credit spread options on a EUR market index that will gain in value if the index spread increases and will lose value if it decreases. This would enable the spread risk of the bond portfolio to be partly hedged.

Why is it critical in this case, as in the case of the foreign currency hedge in section a) of the question, to assess the impact on the SCR without recalculating the model and, if needed, even recalibrating it? In terms of the SCR-calculation what is the main difference between the two hedges and which components of the model might even have to be amended in order to represent the hedge?

Question 5. Risk analysis of run-off: life insurance [15 marks]

You are the German Chief Risk Officer (CRO) in an international Group with a Dutch parent company, Oranje Verzekering Holding AG, with headquarters in Amsterdam. Your own employer is the Group's 100% German subsidiary, Oranje Germany Life Insurance AG (ODLAG), a joint-stock company with headquarters in Frankfurt am Main.

ODLAG has a portfolio of 80% traditional business, mainly written between 1994 and 2007, 10% unit-linked insurance policies and 10% term and income protection business. About a quarter of the in-force portfolio consists of occupational pension business for corporate customers (so-called CLP), where in recent years the focus has increasingly been on term insurance and income protection components. With a balance sheet sum of around 10 billion Euros ODLAG is a medium-sized insurer on the German market. Its investments have always been conservative with a focus on German and European bonds, which account for about 90% of the balance sheet total. Moreover, it holds about 5% corporate bonds, about 4% real estate and 1% equities in its portfolio.

To calculate its solvency capital requirement, Oranje Verzekering Group (OV Group) uses, in line with Solvency II, an approved internal model which ODLAG also uses on a solo basis. For competitive and reputation reasons ODLAG has not applied for any transitional measures.

Because of the many years of low interest rates ODLAG has stopped its traditional retail client business and now only sells unit-linked, term and income protection as well as CLP policies. Given the increasing challenges of having available the capital necessary to cover its solvency requirements ODLAG is contemplating disposing of its portfolio of traditional business and focusing instead on life insurance business with low solvency capital requirements. It has therefore contacted various run-off specialists who would be keen to take on the administration of its traditional in-force portfolio.

You have been asked, ahead of the next risk committee meeting of Oranje Verzekering Holding AG, to present an initial risk analysis of this proposed disposal of the company's portfolio of traditional business. You are preparing this with your team compiling all relevant issues as you see them.

- (a) (4 marks) Please analyse briefly the business model of run-off specialists. Why, and under which circumstances, could it be appealing for a company active in this sector to acquire the in-force portfolios of traditional life insurance policies? Give brief reasons for your answer.
- (b) (4 marks) Please analyse briefly why ODLAG cannot manage the run-off of its closed portfolio by itself as well as a run-off specialist can do this.

- (c) (4 marks) Please analyse briefly what risks ODLAG and Oranje Verzekering Holding AG are incurring by selling their traditional business to a run-off specialist. Which issues require particular clarification?
- (d) (3 marks) Please propose at least 3 measures, including reasons, that would make the proposed transaction as safe as possible from a legal perspective for both ODLAG and Oranje Verzekering Holding AG as well as for the Management Board and Supervisory Board members of these companies.

Question 6. Risk modelling: Indemnity Insurance [15 marks]

You work in the risk management department of Property-Protect SE and are responsible for operating the internal model. You have claims / loss data (an excerpt is provided) from your claims / loss system for the Line of Business (LoB) fire insurance.

Claim number	Loss year	Payment	Reserve	Remarks
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1102-235-1995	1995	1,235.062	0	Property damage
1103-236-1995	1995	853.245	0	Business Interruption
0579-245-2016	2016	605.654	2.000.000	
0485-245-2017	2017	1.568.425	0	Collective settlement month of April
1458-235-2017	2017	897.536	1.500.000	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

- (a) (5 marks) Briefly describe the steps enabling simulated large losses to be obtained from raw data?

Note: Think in particular about the data preparation!

- (b) (5 marks) Your large loss data, which are to be parameterised, contain various outliers. Briefly describe the use of a moments estimator and the use of a maximum likelihood estimator. Which estimator is better suited to taking such outliers into consideration?

Outline a QQ-plot that shows that the empirical risk is clearly underestimated by the parameterised theoretical distribution. What should one take into account when choosing the threshold?

- (c) (5 marks) For your LoB you have determined the following underwriting risks:

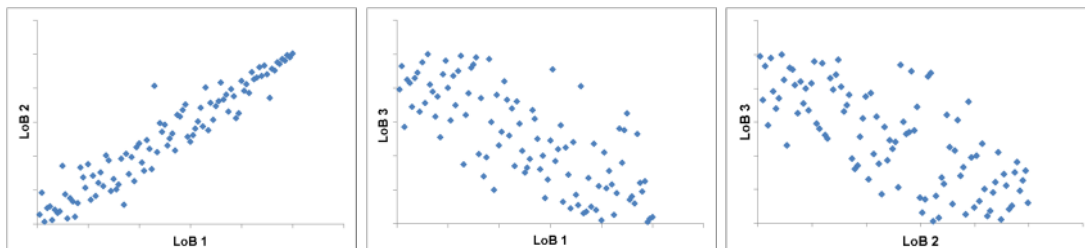
Line of Business	LoB 1	LoB 2	LoB 3
U/W risk (million Euro)	100	50	75

In order to determine the overall risk you initially use the following linear dependencies, which you apply using the root formula (analogue to the standard formula).

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

How high is the diversification effect?

By analysing the historical claims data you obtain the following scatter plots:



What differences exist compared to the calibration using the standard formula? Describe their impact on the diversification? If it used dependencies which LoB would make the largest contribution to the diversification effect and why?

How could this be used for value-based management?

Question 1. *Taxonomy of risk, Liquidity risk*

Model Answers

- (a) If the risk taxonomy focuses on determining solvency capital (as with Solvency II) then it makes sense to only include risks in the taxonomy that have a direct impact on the economic balance sheet. If, on the other hand, the risk taxonomy focuses, for example, more on creating a risk management system then liquidity risk should of course be included (see §26 section 5 line 4 of the German Insurance Supervision Law).
- (b) As a rule investors want to remain liquid whereas borrowers tend to prefer long term loans. The business model of the banking world thus results in maturity transformation. This explains systematic liquidity risk. Thanks to their principle of payment in advance for premiums insurers do not incur liquidity risk that is comparable to that of banks. The liquidity risk of insurers is based on the investment of premiums in high-yielding but therefore also possibly long-term and/or infungible investments. The business model of the banks is thus based on their ability to procure the necessary liquidity. Until the financial crisis the assumption was that this would always be possible via interbank transactions. However, during the crisis, this market ground to a complete halt. Thanks to premium payments insurers always have a certain degree of liquidity at their disposal.
- (c) A run on the banks is characterised by a bank's customers deciding to withdraw their deposits, *on their own initiative*, relatively *suddenly* and *unexpectedly*. In the insurance industry, on the other hand, liquidity is only required in the event of a claim. This cannot be triggered by a decision by the policyholder / insured (at least not without the risk of their losing insurance cover if this is discovered). This leads to the following assessment:
- Natural catastrophes in non-life insurance or epidemics in life insurance may necessitate a greater need for liquidity but because there is no deliberate action on the part of the policyholder / insured this cannot be designated as a 'run on insurers'.
 - Maturity peaks in life insurance products with a savings component also necessitate a greater need for liquidity. But these scenarios, too, should not be designated as a 'run on insurers'. Since these

peaks are easy to forecast, the aspects of sudden and unexpected are lacking so this cannot be designated as a run either..

- However, these products may suffer a wave of cancellations / surrenders if, for example, interest rates rise suddenly. This scenario would most justify use of the expression 'a run on insurers' even if the criteria of 'sudden' and 'unexpected' do not have the same intensity as with a run on the banks.
- The right to borrow against a life insurance contract could result in a scenario that could be designated as a 'run on insurers' if the right were exercised by a large cohort of insured persons at once.

Question 2. Interest rates and interest rate volatility

Model Answers

- (a) *The model LMM+*. As a lognormal model, the LMM model would not be appropriate to produce negative interest rates. The Hull-White model could produce negative interest rates; however it would not usually be possible, with this one-factor model, to achieve a good fit for the swaption volatility surfaces.
- (b) *The Normal convention*, since the Black volatilities would not even exist in a negative interest rate environment.
- (c) By using the given formulae we arrive at:

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

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

Since the basis scenario package suffices for the martingale test for zero coupon bonds we get the following for the sensitivity scenario package:

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

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

- (d) A univariate interest rate sensitivity is, by definition, a sensitivity in which only the interest rates differ from those in the basis scenario package. Therefore, the interest rate volatilities must be the same (in practice: approximately) as those from the basis scenario package. The problem with merely applying the above formulae would be that they prescribe the entire interest rate dynamics in the sensitivity scenario package and thereby would not allow any control over the resulting interest rate volatilities. Without a further processing step it would not be possible to guarantee that the interest rate volatilities would equal those from the basis scenario package.



Question 3. Underwriting: Life

Model Answers

- (a) Longevity risk: In the event of survival contracts result in payments that are higher than the available reserve.

Random fluctuation: People die randomly and not in line with expectations, which leads to different payments.

Error: The mortality table used for the reserving assumes a higher mortality than may actually occur.

Change or trend: The mortality decreases more strongly than was assumed when the reserving was done.

- (b) Random fluctuation: Portfolio B, since considerably fewer people are insured and the probabilities of dying are, moreover, even lower.

Error: Portfolio B, since the portfolio is very untypical compared to the population as a whole, the portfolio cannot necessarily be well represented by the DAV mortality tables and there is a smaller data basis available for a more precise determination.

Trend: Portfolio B, since trends can have a longer effect until the portfolio has expired.

- (c) In the case of the longevity risk the dominant factor is the gradually changed mortality rate. Sudden changes are not to be expected and cyclical changes have only minimal significance because of the one-sided exposure of longevity to survival.

Therefore appropriate models are therefore time series such as, for example, ARIMA process, Brownian motion or appropriate logarithmised variations.

For calibration long time series are necessary since the only consistent available data are often population or economic data. Attention should be paid to differing regimes or phases. If necessary, more recent data may have to be given a higher weighting.

For the calibration of the model the same data basis should be used, as far as possible, as was used to derive the Best Estimate trends so as to reflect the expected trend development in the Best Estimate.

With the trend, in particular, the data situation is very difficult and there is a large number of possible models. Back testing of the models with the historical course of the data is thus important in order to ensure that the model generates paths that are broad enough to contain historical courses. It may be necessary to seek additional expert advice to take into consideration any peculiarities.

- (d) Portfolio A is a typical one for the industry, the portfolio is comparatively large and consists of typical insured persons and the mortality rates are already also comparatively high. Thus it is possible, with a clear conscience, to use a trend model that is also used successfully in the market and, when the model is being calibrated, a mix of market standard and portfolio should easily be possible.

Portfolio B is small and unusual -- it may also be particularly selected. This raised the question whether, in general, the usual trend models are appropriate. It would certainly be advisable to consult, for example, medical experts rather than applying purely mathematical methods.

Question 4. Risk Aggregation

Model Answers

- (a) At present 90% of the USD bonds are hedged, that means that only 10% are exposed to foreign exchange risk. If the hedges are dispensed with then the undiversified foreign exchange risk would thus rise to $30/10\% = 300$. If one assumes the same diversification effect as before the SCR would increase by $2/30 * (300 - 30) = 18$. The greatest insecurity in this approximation consists in assuming that the diversification effect would remain the same when the foreign exchange exposure has effectively increased tenfold.

A better estimation would be achieved by drawing on the model output and increasing the losses and gains from foreign exchange risk in each simulation path by a factor of ten and, afterwards, recalculating the Value-at-Risk of the resulting total loss distribution. This would also take into consideration the possible change in the diversification effects.

The foreign exchange forwards also affect default and interest rate risk as well as the non-linear effects. These risk contributions would not be corrected by the pathwise scaling of the output described. The related error ought to exhibit low materiality so that the pathwise estimate possesses sufficient significance.

- (b) The performance of the credit spread option depends on the development of the spread of the EUR market index, whose composition is not generally aligned with the company's portfolio. Unlike the foreign exchange hedge the proposed hedge therefore does contain a relevant basis risk. To estimate the impact on the SCR this effect reflects that the dependency of the portfolio spread risk and the market index, e.g., in the form of correlations, must be appropriately considered since this has a significant impact on results. This can hardly be represented using the scaling of the model output performed in question section a). For an exact recalculation, a separate risk factor with a related dependency structure would possibly have to be incorporated into the model alongside the option valuation in the investment model.

Question 5. *Risk analysis of run-off: life insurance*

Model Answers

- (a) Companies specialising in managing run-off of life insurance companies base their business model on the following pillars:
- Efficiency and performance in investments as well as reducing financial and credit risks. Obligations from the in-force portfolios they take on are hedged as much as possible on the assets side and investments are de-risked as much as possible.
 - Reducing with-profits surplus participation to the statutory minimum.
 - Efficiency in managing the in-force portfolios. Often, the first step is to migrate the in-force portfolios onto a target IT platform so that management of the in-force portfolio can be automated as far as possible. In many cases this is accompanied by reducing customer service to the minimum necessary level as well as a corresponding reduction in fixed costs and, as a consequence, also in headcount.
 - Providing the minimum own funds in accordance with the requirements of Solvency II. For example, transitional measures are applied for and the solvency ratio is reduced to an acceptable minimum.
- (b) The ODLAG wishes to continue writing new life business. This puts it in competition with other players on the market and means it has to consider the following aspects:
- Expectations on the part of its policyholders as well as the need to stay competitive mean that it has to earn as high returns as possible from its investments.
 - With-profits surplus participation continues to be a compelling sales argument in life insurance. Reducing with-profits surplus participation to the statutory minimum will probably result in a loss of competitiveness.
 - Migrating the in-force portfolios onto a new and more efficient portfolio management system will mean new investment, which shareholders have to be prepared to finance.
 - Reducing customer service and headcount will entail corresponding reputation risks that might have a negative impact on new business. Applying for transitional measures under Solvency II will also entail some degree of reputation risks.
- (c) The ODLAG will incur the following risks (In the question candidates were asked for 4 of these):

- Financial risks (depending on the purchase price) that the economic conditions may change compared to the assumptions made when the transaction was evaluated, thus meaning that an internal run-off solution would have been more favourable. For example, candidates should mention the fact that the ECB's low-interest-rate policy is coming to an end or the proposed changes to the German regulatory regime with respect to the additional interest reserve.
 - Cost risks: Losing the ODLAG's traditional in-force portfolio as a means to cover costs could put significant cost pressure on the remainder of the company.
 - Operational risks caused by potential errors in the course of transaction (incorrect valuation of portfolios, errors in contract design, errors when running the transaction). Operative challenges and risks when separating the traditional portfolio from ODLAG's IT systems and its internal processes.
 - Reputation risks caused by negative reactions from public opinion and politics concerning the transfer of the traditional portfolio, which may have a negative impact on future new business.
 - Contagion Risk concerning occupational pensions / CLP: if the traditional portfolio is to be sold the treatment of occupational pensions / CLP has to be clarified. There is a danger that reputation risks from the disposal may have a negative impact on new business figures in occupational pensions / CLP. Therefore a special communication strategy ought to be developed for corporate customers.
 - Personal liability risks for the members of the Management and Supervisory Boards involved.
 - Various individual issues would need to be clarified, e.g., if employees are to be transferred along with the in-force portfolio then the implementation of this transfer would need to be clarified, as would, for example, the question of how to deal with ODLAG's pension liabilities.
- (d) The following measures could help to make the proposed transaction as safe as possible for all parties concerned from a legal perspective (of these candidates were asked to list 3):
- Diligence in preparing and implementing the transaction: careful drafting and negotiation of the contracts, careful preparation of the transaction, careful implementation of the transfer of the portfolios.
 - Including provisions in the contracts with the party taking on the in-force portfolio stating that any changes to the legal situation (e.g.,

changes concerning the setting of the additional interest reserve) will entail a corresponding retrospective increase in the purchase price.

- Support from external experts: External assessment of the portfolios, legal and tax reports on the transaction, support from consultants with experience of similar portfolio transfers
- Internal analyses and written opinions from the control functions: Risk analyses by the CRO, analysis of the compliance risks by the Chief Compliance Officer, report on the actuarial reserves by the holder of the Actuarial Function.

Question 6. Risk modelling: Indemnity Insurance

Model Answers

(a) *The following steps must be included in the answer:*

1. Identify accumulations

If information on two or more losses belong together (for example, property damage and business interruption) these should be aggregated so that the loss is correctly represented.

2. Remove collective losses

Losses that are not true large losses (for example, collective settlements), should not be drawn upon for the parameterisation of the large losses.

3. Inflation Adjustment

Losses should be adjusted with inflation on the year to be simulated with an appropriate inflation index.

4. Settle loss data

Open losses should be given the status as being settled. For example in terms of payment or incurred development.

5. Determine the large loss threshold

Set the threshold to separate large losses from basis losses

6. Determine the exposure information per accident year

Premiums or sums insured may, for example, be used to scale the number of losses on the year to be simulated.

7. Parameterisation of the frequency distribution

Use the scaled number of losses per accident year to, for example, parameterise a binomial-, negative binomial- or Poisson distribution using the method of moments.

8. Parameterisation of the severity distribution

Use moments or maximum likelihood estimators to determine the parameters of the severity distribution and then to determine the appropriate distributions by means of statistical tests, QQ plots, PP plots.

9. Simulation of the frequency distribution

Determine the simulated number of losses by using the inversion method on the parameterised frequency distribution

10. Simulation of the severity distribution

Determine the simulated loss level per simulated loss by using the inversion method on the parameterised severity distribution

(b) Moments estimator

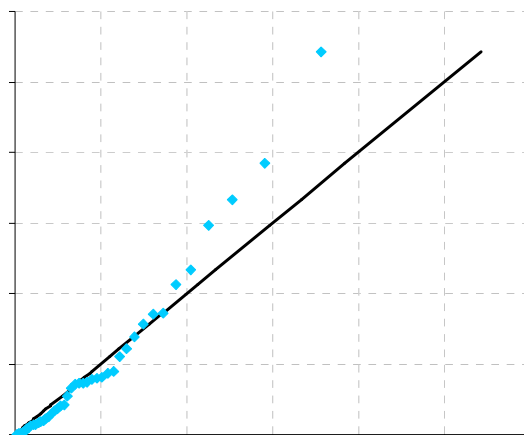
With the method of moments estimation method one first of all determines the moments of the empirical data (for example, expected value and standard deviation) and determines from these the parameters of the distribution.

Maximum likelihood estimator

Expressed in simple terms, using the maximum likelihood estimation method, one selects that parameter as an estimator according to whose distribution the realisation of the observed data seems most plausible. One thus refers more closely to the form and shape of the empirical distribution.

The maximum likelihood estimator reacts more to outliers than the moments estimator.

Sketch of the QQ plot:



The x axis describes the theoretical distribution, the y axis the empirical. The points in the higher quantile area are above the angle bisector.

Example of possible answers for selecting the threshold:

- Stability of the parameter
 - Ceiling of the reinsurance treaty
- (c) Using the root formula one arrives at a diversified risk of about 162 million Euros. The sum of the individual risks is 225 million Euros. The diversification effect is about 63 million Euros.

In the Lines of Business LoB 1 and LoB 2, one can see a tail dependency. Between LoB 1 and LoB 3 as well as between LoB 2 and LoB 3 there is apparently a negative dependency.

The tail dependency is very likely to reduce the diversification effect; the negative dependencies will increase it again.

LoB 3 has a negative dependency to other two Lines of Business. By contrast, LoB 1 and LoB 2 have a tail dependency to one another. Therefore LoB 3 contributes most to the diversification effect.

Growth in LoB 3 would have a positive impact on the risk profile and thus on the value-based management.