

## Klausur DAV CERA Modul 3 „Klassifizierung und Modellierung von Risiken“

23.10.2015

### Hinweise:

- Die nachfolgenden Aufgaben sind alle zu bearbeiten.
- Als Hilfsmittel ist ein Taschenrechner zugelassen.
- Sie haben 120 Minuten Zeit und können 120 Punkte erreichen.
- Zum Bestehen der Klausur sind 60 Punkte hinreichend (entspricht 50%).

### Viel Erfolg!

#### **Aufgabe 1. (16 Punkte)** *Strategische Risiken, Reputationsrisiken, Operationelle Risiken, Marktrisiken.*

Die zu einem Konzern gehörige DTA AG betreibt nur die Sparte Restkreditversicherung. Gezeichnet werden ausschließlich Policen gegen Einmalbeitrag, die das Todesfallrisiko absichern. Die Laufzeiten betragen maximal 10 Jahre, die Versicherungssummen maximal 30.000 Euro. Die Todesfallleistungen entsprechen genau einer jeweils korrespondierenden Kreditsumme eines Annuitätendarlehens, so dass es sich um Verträge mit fallender Versicherungssumme handelt. Das Geschäft wird ausschließlich über drei Bankpartner gezeichnet, mit denen Kooperationsverträge bestehen. Die Bankpartner erhalten eine Provision von 50% des Einmalbeitrags. Das Geschäft ist nicht rückversichert.

Die Kapitalanlagen mit einem Marktwert i.H.v. 120 Mio. Euro bestehen zu 20% aus Aktien, zu 20% aus Immobilien und zu 60% aus festverzinslichen Wertpapieren. Die modifizierte Duration der festverzinslichen Wertpapiere beträgt 10 Jahre.

Die mit dem aktuellen Zins bewerteten versicherungstechnischen Rückstellungen betragen aktuell 100 Mio. Euro (Optionen und Garantien sowie die Risikomarge können vernachlässigt werden) und haben eine modifizierte Duration von 3 Jahren.

- a) (4 Punkte) Worin sehen Sie die wesentlichen strategischen Risiken, Reputationsrisiken und operationellen Risiken der Gesellschaft?
- b) (5 Punkte) Zur Quantifizierung der Marktrisiken verwendet die Gesellschaft ein sehr einfaches Modell. Für Aktien und Immobilien werden zur Berechnung des benötigten Risikokapitals jeweils Risikofaktoren auf die Marktwerte angesetzt. Für Aktien ein Faktor von 40%, für Immobilien der Solvency II - Faktor von 25%. Das benötigte Risikokapital für das Zinsänderungsrisiko wird mittels eines Durationsansatzes ermittelt. Als Stressszenario wird eine Zinsveränderung von 2% unterstellt. Die so ermittelten Risikokapitalien werden mittels Korrelationsansätzen (analog zur Solvency II - Standardformel) aggregiert. Dabei wird zwischen Aktien und Immobilien eine Korrelation von 0,75 unterstellt, zwischen dem Zinsen und den Substanzwerten eine Korrelation von 0.

Berechnen Sie das benötigte Risikokapital für das Marktrisiko.

- c) (3 Punkte) Welche Möglichkeiten sehen Sie, dieses einfache Risikomodell für die Marktrisiken weiterzuentwickeln, ohne dabei Simulationstechniken zu verwenden? Machen Sie möglichst konkrete Vorschläge.
- d) (4 Punkte) Vom Konzern kommt die Vorgabe, die im Rahmen von Solvency II zu quantifizierenden Risiken deutlich zu reduzieren. Welche Möglichkeiten sehen Sie, diese Vorgabe umzusetzen? Machen Sie möglichst konkrete Vorschläge.

**Lösung zu Aufgabe 1. (16 Punkte)** *Strategische Risiken, Reputationsrisiken, Operationelle Risiken, Marktrisiken.*

a) (4 Punkte)

- i. Ein zentrales strategisches Risiko ist die Abhängigkeit von nur drei Vertriebspartnern. Bei Wegfall eines der Partner kommt es sofort zu einem signifikanten Einbruch im Neugeschäft. Zudem ist das Unternehmen einem erheblichen Druck seitens der Partner ausgesetzt, z.B. hinsichtlich Verhandlungen über Provisionen oder über die Preiskalkulation.

Ebenso ist die Fokussierung auf nur eine Sparte (Restkredit) mit nur einem versicherten Risiko (Todesfall) ein strategisches Risiko. Ein Wegfall der Sparte führt automatisch zu einem schnellen Abwickeln der Gesellschaft.

- ii. Das wesentliche Reputationsrisiko dürfte in den hohen Provisionen des Geschäfts liegen. Versicherungsnehmer erhalten ein vergleichbares Produkt von anderen Anbietern zu mitunter deutlich günstigeren Konditionen. Dies kann zu negativer Öffentlichkeit führen.
- iii. Es besteht weiterhin die Gefahr, dass der Vertrieb von Restkreditversicherungen über Banken durch den Gesetzgeber zunehmend erschwert wird, z.B. durch eine immer stärkere Trennung von Kreditvermittlung und Versicherungsvermittlung. Dieses Rechtsrisiko (zur Klasse der operationellen Risiken zählend) kann zu starken Einbrüchen im Neugeschäft bis hin zum Wegfall des Vertriebs führen.

Ein vergleichbares Rechtsrisiko würde ein Provisionsverbot darstellen. In diesem Fall wäre davon auszugehen, dass die Banken den Vertrieb der Versicherungen, der dann nur noch gegen Honorar möglich wäre, komplett einstellen.

b) (5 Punkte) Mit den vorgegebenen Ansätzen ergeben sich die folgenden benötigten Risikokapitalien.

Für Aktien i.H.v. 120 Mio. Euro \* 20% = 24 Mio. Euro:

$SCR_{Equity} = 24 \text{ Mio. Euro} * 40\% = 9,6 \text{ Mio. Euro}$ .

Für Immobilien i.H.v. 120 Mio. Euro \* 20% = 24 Mio. Euro:

$SCR_{Property} = 24 \text{ Mio. Euro} * 25\% = 6 \text{ Mio. Euro}$ .

Für das Zinsänderungsrisiko ist hier auf Grund der längeren Duration der Aktivseite das Zinsanstiegsszenario von Bedeutung. Man erhält mittels eines einfachen Durationsansatzes:

Wertverlust der festverzinslichen Wertpapiere:

$120 \text{ Mio.} * 60\% * 10 \text{ Jahre} * 2\% = 14,40 \text{ Mio. Euro}$ .

Rückgang der versicherungstechnischen Verbindlichkeiten:

$100 \text{ Mio.} * 3 \text{ Jahre} * 2\% = 6 \text{ Mio. Euro}$ .

Und damit als gemeinsame Veränderung von Assets und Verpflichtungen:

$SCR_{Interest} = 14,40 \text{ Mio. Euro} - 6 \text{ Mio. Euro} = 8,4 \text{ Mio. Euro}$ .

Mittels der Wurzelformel, wie sie auch im Rahmen der Solvency II – Standardformel angewandt wird, erhält man unter Verwendung der gegebenen Korrelationen:

$$\text{SCR} = \text{WURZEL}(\text{SCR}_{\text{Equity}}^2 + \text{SCR}_{\text{Property}}^2 + \text{SCR}_{\text{Interest}}^2 + 2 * 0,75 * \text{SCR}_{\text{Property}} * \text{SCR}_{\text{Equity}}) = \text{WURZEL}(9,6^2 + 6^2 + 8,4^2 + 2 * 0,75 * 9,6 * 6) = 16,89 \text{ Mio. Euro.}$$

c) (3 Punkte) Es gibt die folgenden Weiterentwicklungsmöglichkeiten:

- i. Anstelle eines Durationsansatzes, der implizit eine Parallelverschiebung der Zinsstrukturkurve unterstellt, könnte auch mit realistischeren Veränderungen der Zinsstrukturkurve gearbeitet werden. Als Stressszenario müsste eine „gestresste Zinsstrukturkurve“ vorgegeben werden, mit der die jeweiligen Cashflows der Aktiv- bzw. Passivseite dann bewertet werden.
- ii. Das Aktienexposure könnte z.B. nach verschiedenen Regionen oder Wirtschaftszweigen unterteilt werden. Für diese könnten separate Risikofaktoren und Korrelationen hergeleitet und angesetzt werden.
- iii. Für die festverzinslichen Wertpapiere könnten Spread- sowie Ausfallrisiken analysiert und bewertet werden, z.B. unter Verwendung der Ansätze aus der Solvency II – Standardformel.

d) (4 Punkte) Die folgenden Möglichkeiten zur Reduktion der Risiken können genannt werden:

- i. Erhöhung des Anteils festverzinslicher Wertpapiere (idealerweise ohne Ausfall- und Spreadrisiken, z.B. deutsche Staatsanleihen) auf 100 Mio. Euro (identische Höhe zu den versicherungstechnischen Rückstellungen) und Angleichen der Laufzeitstrukturen der Aktiv an die Passivseite. Damit kann das Zinsänderungsrisiko nahezu gehedged werden.
- ii. Will man das Marktrisiko weiter reduzieren, so ist eine weitere Absenkung der Aktien- und Immobilienquote (über den in i. genannten Anteil hinaus) denkbar.
- iii. Das versicherungstechnische Risiko könnte durch den Abschluss eines Rückversicherungsvertrags zum Schutz vor Pandemien reduziert werden.

## **Aufgabe 2. (30 Punkte) Risikoanalyse.**

Sie arbeiten als deutscher Chief Risk Officer (CRO) in einem internationalen Konzern mit niederländischer Muttergesellschaft: Ihre Konzernmutter ist die Oranje Verzekering Holding AG mit Hauptsitz in Amsterdam; Ihr eigener Arbeitgeber ist deren 100%ige deutsche Tochtergesellschaft, die Oranje Deutschland Lebensversicherungs-AG (kurz: ODLAG), eine Aktiengesellschaft mit Sitz in Frankfurt am Main. Zwischen der ODLAG und der Oranje Verzekering Holding AG bestehen ein Beherrschungs- sowie ein Gewinnabführungsvertrag, der auch Verlustübernahmen beinhaltet.

Die ODLAG hat einen Bestand von 80% kapitalbildendem Geschäft, das schwerpunktmäßig in den Jahren 1994-2007 gezeichnet wurde, 10% fondsgebundene Versicherungen und 10% Risiko- und BU-Geschäft. Die ODLAG hat ein A-Rating sowie aufgrund der von jeher konservativen Kapitalanlage und des sorgsam Handelns des Managements eine erfreulich gute Eigenmittelausstattung unter Solvency II und per Ende 2014 eine SII-Bedeckungsquote von 160%. Mit einer Bilanzsumme von ca. 10 Mrd. Euro ist die ODLAG ein mittelgroßer Teilnehmer im deutschen Markt.

Die Oranje Verzekering Holding AG besinnt sich nun im 1. Quartal 2015 auf ihre koloniale Vergangenheit, möchte nach Asien expandieren und in den Markt in Singapur eintreten. Dafür gründet sie gerade eine 100%ige Tochtergesellschaft, die Oranje Singapur Life AG (kurz: OSLAG). Das zum Start von der Gesellschaft angebotene Produkt soll eine traditionelle Kapitallebensversicherung gegen Einmalbeitrag auf U.S.\$-Basis sein und den Namen „Welvaart“ tragen, mit derzeit 3% garantierter jährlicher Verzinsung zzgl.

Überschussbeteiligung und Laufzeiten bis zu 50 Jahren. Die biometrischen Risiken werden zu 100% bei einem großen internationalen Rückversicherer in Rückdeckung gegeben.

Als Vertriebspartner hat die Oranje Verzekering Holding AG zwei große in Singapur ansässige Banken gewinnen können, die Welvaart gerne in den Markt bringen möchten. Um die garantierte jährliche Verzinsung von 3% darstellen zu können und doch ausreichende Sicherheit zu gewährleisten, hat die ALM-Abteilung der Oranje Verzekering Holding AG eine Kapitalanlagestrategie von 100% festverzinslichen Papieren ausgearbeitet, die zu 80% im BBB-Rating-Bereich und zu 20% im A-Bereich liegen, allesamt in U.S.\$ notieren und geographisch sehr gut diversifiziert sind. Um die Kapitalanlagerisiken zu steuern, wird die Kapitalanlage bei Eingang des Einmalbeitrags laufzeitenkongruent vorgenommen. Sollte die Erwirtschaftung der garantierten Verzinsung von Welvaart zu einem Zeitpunkt in der Zukunft nicht möglich sein, wird die OSLAG sie für künftiges Neugeschäft auf ein auskömmliches Maß senken.

Im Februar 2015 wendet sich nun die Oranje Verzekering Holding AG mit dem folgenden Anliegen an den CEO Ihrer ODLAG: Um von der Aufsicht in Singapur die Lizenz zum Geschäftsbetrieb für ihre Tochter OSLAG zu erhalten, verlangt die Singapurische Aufsichtsbehörde eine Patronatserklärung einer solventen Gesellschaft, mit der diese erklärt, der OSLAG ausreichende finanzielle Mittel zur Erfüllung ihrer finanziellen Verpflichtungen und Darstellung der Solvenzanforderungen (nach Singapurischer Aufsichtsrecht) zu gewähren. Da die OSLAG noch kein Rating besitzt, verlangen die Bankpartner, dass eine Gesellschaft mit gutem Rating den Versicherungsnehmern der OSLAG die Erfüllung ihrer finanziellen Ansprüche im Insolvenzfall garantiert; sonst sind sie nicht zur Kooperation bereit.

Die Oranje Verzekering Holding AG bittet nun Ihren CEO, dass die ODLAG sowohl die Patronatserklärung für die OSLAG ausspricht als auch eine Garantieerklärung gegenüber den zukünftigen Versicherungsnehmern der OSLAG zur Erfüllung ihrer garantierten Leistungen aus den Versicherungsverträgen mit der OSLAG. Diese soll für die Policen gelten, die gezeichnet werden, bevor die OSLAG ein eigenes Rating im A-Bereich erreicht. Mit Erreichen eines eigenen A-Ratings erlöschen sowohl die Patronatserklärung als auch die einzelvertraglichen Garantien der ODLAG für den Bestand und nachfolgendes Neugeschäft. Als Kompensation erhält die ODLAG jedes Jahr vor Erreichen eines A-Ratings der OSLAG 0,5% Verzinsung auf die Kapitalanlagen, die das Versicherungsportfolio der OSLAG bedecken, für das die Garantie der ODLAG gilt. Diese Gebühr dient auch als Motivation für die OSLAG, sich möglichst intensiv um ein eigenes A-Rating zu bemühen.

- a) (14 Punkte) Ihr CEO möchte keine Entscheidung ohne Risikoanalyse treffen und bittet Sie als CRO, ihm im März 2015 kurzfristig eine solche zu erstellen.

Bitte entsprechen Sie seinem Wunsch und verfassen Sie eine kurze erste Risikoanalyse in Prosa, in der Sie alle Risiken darstellen, die die ODLAG eingeht, wenn sie die geforderte Patronatserklärung gegenüber der OSLAG unterschreibt und die Garantieerklärung gegenüber den zukünftigen Versicherungsnehmern der OSLAG abgibt. Bitte gehen Sie dabei auf alle relevanten Risikokategorien und Unterkategorien ein: auf quantifizierbare Risiken gemäß Säule 1 nach Solvency II inkl. operationelle Risiken und auf i.a. nicht quantifizierbare Risiken („Non-Pillar 1-Risiken“).

Bitte schließen Sie die Risikoanalyse mit einer Empfehlung an Ihren CEO, ob er auf Basis der aktuellen Informationslage dem Wunsch der Oranje Verzekering Holding AG entsprechen soll oder nicht. Bitte begründen Sie Ihr Votum.

- b) (8 Punkte) Zur Vorbereitung tiefergehender Analysen liefern Sie Ihrem CEO bitte eine Anforderungsliste, anhand derer dieser weitere Informationen zu dem angedachten Geschäft bei der Oranje Verzekering Holding AG anfragen soll. Bitte nennen Sie mindestens 4 Punkte mit kurzer Begründung, zu denen Sie zusätzliche Angaben einfordern.
- c) (8 Punkte) Die Oranje Verzekering Holding AG drängt sehr darauf, dass die OSLAG ihren Geschäftsbetrieb aufnehmen kann, Sie jedoch haben angesichts Ihrer obigen Risikoanalyse noch Bedenken. Um nicht als unbelehrbarer Bedenkenträger in die Konzerngeschichte einzugehen,

schlagen Sie Ihrem CEO bitte 4 risikomindernde Maßnahmen inkl. kurzer Bewertung vor, unter denen die Patronats- und Garantieerklärungen für die OSLAG zustande kommen könnten.

### **Lösung zu Aufgabe 2. (30 Punkte) Risikoanalyse.**

a) (14 Punkte) Eine Risikoanalyse des vorgeschlagenen Geschäfts könnte wie folgt aussehen.

Gefragt wird nach dem Risiko, das die ODLAG durch Abgabe der Patronats- und Garantieerklärungen für die OSLAG eingeht. Dazu ist zunächst zu klären, in welchen Fällen Zahlungen auf die ODLAG zukommen. Diese drohen dann, wenn die OSLAG den Leistungszusagen gegenüber ihren Kunden nicht nachkommen kann oder die Solvenzanforderungen gemäß Singapurer Aufsichtsrecht nicht erfüllt, in letzterem Fall sind Solvenzmittel bereitzustellen.

Die ODLAG ist dem Risiko ausgesetzt, dass die OSLAG ihren finanziellen Verpflichtungen gegenüber den Versicherungsnehmern nicht nachkommen kann, bevor sie ein eigenes Rating im A-Bereich erlangt hat. Laut Aufgabenstellung muss die ODLAG dann die Leistungen gegenüber den Kunden auf lange Zeit erfüllen, max. 50 Jahre lang (maximale Vertragslaufzeit). Die ODLAG würde zwar in einem solchen Fall versuchen die Garantieerklärung widerrufen, aber dies gälte höchstens für das Neugeschäft und nicht für die Garantien im Bestand.

Für die ODLAG bestehen damit die folgenden Risiken:

- Umfangreiche Rechtsrisiken, die sich auf Basis der vorliegenden Informationen einer abschließenden Beurteilung entziehen:
  - Wie sehen die Vertragskonditionen im Detail aus für den Fall, dass die ODLAG zahlen muss? Was passiert mit den dann für den Bestand aufgebauten Kapitalanlagen? Übernimmt die ODLAG diese und verwaltet sie selbst?
  - Umgang mit ausländischem Vertrags- und Aufsichtsrecht.
- Zinsänderungsrisiken, die v.a. aus der hohen Garantie gegenüber den Kunden resultieren. Selbst wenn man berücksichtigt, dass die Kapitalanlagen währungs- und laufzeitenkongruent in U.S.\$ angelegt werden, sind 3% Garantie sehr hoch angesichts der Zinssituation in den USA. Hinzu kommen die 0.5% Rendite, die die OSLAG an die ODLAG leisten muss, bis sie ein eigenes A-Rating erreicht hat. Die damit in Summe fälligen 3.5% Renditeanforderung liegen mehr als 1%-Punkt über der aktuellen Rendite der 10-jährigen US-Treasuries.
- Kreditrisiken (Ausfall, Spread, Migration) aus der Kapitalanlage. Eine Kapitalanlage mit 80% BBB-Anteil ist riskant und wäre mit den Kapitalanlagerichtlinien des Oranje Konzerns abzugleichen.
- Biometrische Risiken bestehen aufgrund des Rückversicherungsvertrags derzeit zwar nicht für das Portfolio der OSLAG, der bestehende Rückversicherungsvertrag könnte jedoch in Zukunft gekündigt werden.
- Kumulrisiken mit dem deutschen weitgehend traditionellen Lebensversicherungsportfolio, da sowohl das Portfolio der ODLAG als auch dasjenige der OSLAG in hohem Maße dem Zinsgarantierisiko ausgesetzt sind.
- Reputationsrisiken im Fall finanzieller Schwierigkeiten der OSLAG, noch verstärkt durch die Ähnlichkeit der Namen der beteiligten Gesellschaften („Oranje“...).
- Die Auswirkungen der Garantieerklärungen auf die Solvenzquote der ODLAG wären zu untersuchen.

Ferner läuft die ODLAG das Risiko finanzieller Verluste in dem Fall, dass die OSLAG die Solvenzanforderungen nicht erfüllt, bevor sie ein eigenes Rating im A-Bereich erlangt hat. In diesem Fall müsste die ODLAG der OSLAG im Rahmen der Patronatserklärung Solvenzmittel bereitstellen, typischerweise Nachrangdarlehen oder zusätzliches Eigenkapital mit dem Risiko einer nichtadäquaten Verzinsung oder gar eines Ausfalls.

Um die Auswirkung finanzieller Engpässe der OSLAG auf die ODLAG beurteilen zu können, müsste man deren Risikoexposition und geplante Größe kennen und dann einschätzen, ob Verluste der OSLAG überhaupt materielle Auswirkungen auf die ODLAG haben können. Die OSLAG ist den typischen operationellen Risiken eines Start-Ups ausgesetzt, zzgl. zu den oben beschriebenen finanziellen Risiken.

Andererseits ist die jährliche Prämie i.H.v. 0,5% auf das Exposure der OSLAG für die ODLAG eine willkommene Einkommensquelle, die hilft, die Garantien der ODLAG gegenüber ihren eigenen Versicherungsnehmern zu finanzieren und die damit das eigene Zinsgarantierisiko reduziert.

Auf Basis der verfügbaren Informationen ist eine abschließende Beurteilung des Risikogehalts des vorgeschlagenen Geschäfts nicht möglich, v.a. der Rechtsrisiken, die von den Details der Vertragsgestaltung abhängen. Auch die Beurteilung, ob die 0,5%-Punkte Rendite eine angemessene Kompensation für die Übernahme des Risikos darstellen, erfordert weitere Analysen. Aufgrund der vielen ungeklärten Fragen schätzen wir das Risiko für die ODLAG, die Patronats- und Garantieerklärungen auszusprechen, als unkalkulierbar ein, und raten daher auf Basis der vorliegenden Informationen davon ab.

b) (8 Punkte) Zur OSLAG ist leider noch wenig bekannt, daher wären die folgenden Informationen von großem Nutzen (verlangt waren 4 Punkte):

- Analysen zum Singapur Markt und dessen Wettbewerbssituation, um das Umfeld der OSLAG beurteilen zu können. Geschäftspläne und detaillierte Planungsunterlagen der OSLAG. Insbesondere Klärung der Frage, von wem und in welcher Form die OSLAG ihre Anschubfinanzierung erhält und ob diese in ausreichender Höhe geleistet wird.
- Analysen zum Produkt Welvaart, z.B. wie sie typischerweise im Rahmen eines Neuprodukte-Prozesses erstellt werden: Kalkulationsgrundlagen, technische Geschäftspläne, Profitabilität, Risikobeurteilung der Allgemeinen Vertragsbedingungen, steuerliches Gutachten.
- Details zur angestrebten Strategischen Asset Allocation, z.B. Durationen, Aufgliederung nach Segmenten (z.B. Sovereigns, Corporate Financials, Corporate Non-Financials), vorhandene Sicherheiten (Collaterals), geographische Aufteilung.
- Details zu den Verträgen, die geschlossen werden sollen:
  - i. Genaue Beschreibung der Haftung der ODLAG
  - ii. Genaue Beschreibung, in welchen Fällen die Haftung der ODLAG endet
  - iii. Regelungen in dem Fall, dass die Oranje Verzekering Holding AG eine der beteiligten Gesellschaften verkauft (die ODLAG oder die OSLAG).
- Details zu Regulierung, Aufsichtsrecht und Aufsichtspraxis in Singapur.

c) (8 Punkte) Folgende risikomindernde Maßnahmen könnten helfen (verlangt waren 4 Punkte):

- Einziehen einer Limitierung der Haftung der ODLAG für die OSLAG.
- Anpassungen des Produktes Welvaart:

- i. Deutliche Reduktion der Zinsgarantien, z.B. Halbierung der jährlichen Garantie von 3% auf 1,5%. In diesem Fall muss man die Frage beantworten, ob Welvaart dann noch attraktiv ist für Kunden und Vertriebspartner.
  - ii. Umstellung der jährlichen Garantie auf eine endfällige Garantie.
  - iii. Veränderung des traditionellen Sparproduktes hin zu einem Variable Annuity Produkt. Hier sind allerdings die zusätzlichen Risiken durch das Hedging zu berücksichtigen.
- Ausarbeiten einer risikoärmeren Kapitalanlagestrategie.
  - Aufsetzen eines engen Controllingprozesses für die OSLAG durch die ODLAG, die die Garantie aussprechen soll.
  - Last but not least: Aussprechen der Patronats- und Garantieerklärungen durch die Muttergesellschaft Oranje Verzekering Holding AG anstatt durch die ODLAG. Als Muttergesellschaft hat die Oranje Verzekering Holding AG einen Durchgriff auf die OSLAG, den die ODLAG nicht hat.

### **Aufgabe 3. (16 Punkte) Zinsrisiken.**

Wir betrachten ein Lebensversicherungsunternehmen CERA AG, welches seit vielen Jahren vor allem Kapital- und Rentenversicherungspolice verkauft hat. Sowohl die Kapitalanlagen als auch die Verbindlichkeiten der CERA AG lauten auf Euro. Wir unterstellen zum Bewertungsstichtag eine flache risikofreie Zinskurve von 0.5%, bei einer impliziten Zinsvolatilitätsfläche von 25% flach. Die risikoneutralen Bewertungsszenarien werden von einem externen Provider bezogen, welcher das LMM-Zinsmodell verwendet.

Das Unternehmen führt derzeit zu einer Standardformel-Berechnungen durch, zum anderen ist es dabei, ein Internes Modell aufzubauen.

- a) (3 Punkte) Bitte betrachten Sie zunächst das Zinsanstiegsrisiko im Kontext der Standardformel. Geben Sie die Startzinskurve für diese Sensitivität explizit an, versehen mit einer kurzen stichwortartigen Herleitung.
- b) (5 Punkte) Wir unterstellen, dass im Kontext des Internen Modells u.a. eine Zinssensitivität mit einer nur aus negativen Zinssätzen bestehenden Startzinskurve zu betrachten ist. Bitte diskutieren Sie zwei zu erwartende Probleme bei der Kalibrierung risikoneutraler Kapitalmarktszenarien für diese Sensitivität im Rahmen der obigen Aufgabenstellung an und erläutern Sie hierfür jeweils einen möglichen Lösungsansatz in kurzen Stichworten. Bitte überlegen Sie des Weiteren, ob die Umsetzung dieser Lösungsansätze Auswirkungen auf die Basis-Szenarien hätte.
- c) (3 Punkte) Im Kontext des Internen Modells wurden Sie damit beauftragt, eine Liste von Risikotreibern vorzulegen, die für die Zinsrisikomodellierung relevant wären. Bitte schlagen Sie mit kurzer Begründung 5 Risikotreiber vor, um die Sensitivität der Vermögenswerte und der Verbindlichkeiten bzgl. der Veränderungen der risikofreien Zinsen und der Zinsvolatilitäten bestmöglich abzubilden.
- d) (5 Punkte) Im Kontext der Validierung des Internen Modells wurden Sie gebeten, für ein bestimmtes einjähriges äußeres Szenario (mit anderen Worten: für eine Realisierung der Risikotreiber aus dem vorherigen Aufgabenteil) die dazugehörige ökonomische Bilanz zu ermitteln. Leider fehlt Ihnen für dieses äußere Szenario ein passendes Paket mit 1000 risikoneutralen inneren Szenarien. Ihr Kollege schlägt vor, ein solches Szenarien-Paket durch eine Reihe geeigneter

Modifikationen des verfügbaren risikoneutralen Basis-Pakets herzustellen (sog. „Rebasing“). Sie haben keinerlei Kenntnis darüber, wie das Rebasing funktioniert. Bitte formulieren Sie dennoch drei konkrete Anforderungen an den Output dieses Prozesses mit jeweils kurzen Begründungen.

**Lösung zu Aufgabe 3. (16 Punkte) Zinsrisiken.**

- a) (3 Punkte) Grundsätzlich würde man die Startzinskurve für diese Sensitivität aus der Basis-Startzinskurve gewinnen, indem man fest vorgegebene restlaufzeitspezifische multiplikative Faktoren darauf anwenden würde. Gleichwohl muss der Zinsschock mindestens 100 Basispunkte betragen. Aufgrund der sehr niedrigen Basiszinsen (0.5% flach) würde der Mindestschock für alle Restlaufzeiten greifen. Mit anderen Worten: Die relevante Zinsanstiegssensitivität ist die Parallelverschiebung der Zinsen um 100 Basispunkte nach oben.
- b) (5 Punkte) Zum einen handelt es sich bei LMM um ein lognormales Zinsmodell. Somit wird es die geforderte Startzinskurve gar nicht darstellen können. Diesem Problem könnte man etwa mithilfe von LMM+ begegnen, alternativ wäre ein Umstieg auf ein normales Zinsmodell, wie etwa Hull-White, denkbar. Des Weiteren wird es zu einem Problem bei den Zinsvolatilitäten kommen. Bei der Größenordnung der impliziten Basis-Zinsvolatilität von 25% muss es sich um eine Black-Volatilität gehandelt haben. Für die Kalibrierung der geforderten Zinssensitivität wäre die Verwendung von Black-Volatilitäten jedoch ungeeignet, da das Black-Modell positive Zinsen unterstellt. Um dieses Problem zu umgehen, könnte man Normale Volatilitäten verwenden. Die Anwendung dieser Lösungsansätze würde nur dann Sinn machen, wenn auch die Basis-Szenarien anhand dieser Ansätze neu erzeugt würden. Ansonsten würde die Differenz zwischen den Sensitivitätsergebnissen und den Basis-Ergebnissen durch die Modell-Unterschiede zwischen den jeweils verwendeten Szenarien-Paketen verfälscht werden.
- c) (3 Punkte) Die Änderungen risikofreier Zinsen können mithilfe von Hauptkomponenten sinnvoll modelliert werden. Dabei wäre der Einsatz der ersten drei Hauptkomponenten üblich. Analog dazu kann man die Veränderungen der Zinsvolatilitäten ebenfalls mithilfe von Hauptkomponenten modellieren. Da insgesamt 5 Risikotreiber vorzuschlagen sind, kämen die ersten zwei Hauptkomponenten der Zinsvolatilitäten als Risikotreiber infrage.
- d) (5 Punkte) Zum einen müssen (alle) Szenarien im geforderten Paket genau die Startzinskurve aufweisen, die das äußere Szenario vorgibt. Ansonsten wäre die Marktkonsistenz-Bedingung bereits bei der Bewertung risikofreier Anleihen verletzt.

Des Weiteren muss das Szenarien-Paket implizite Zinsvolatilitäten aufweisen, die mit den Zinsvolatilitätsvorgaben des äußeren Szenarios konsistent sind. Wenn diese Bedingung nicht erfüllt wäre, wäre die Marktkonsistenz bei der Swaption-Bewertung nicht gegeben.

Bemerkung: In der Praxis kann man nicht erwarten, dass sämtliche Punkte der Modell-Zinsvolatilitätsfläche exakt den Markt-Vorgaben (hier: dem äußeren Szenario) entsprechen.

Schließlich muss das Szenarien-Paket die Martingal-Tests für alle relevanten Asset-Klassen bestehen. Ansonsten wären Bewertungen anhand des Szenarien-Pakets nicht arbitragefrei.

**Aufgabe 4. (20 Punkte) Versicherungstechnik Leben und Kranken.**

Wir betrachten ein Versicherungsunternehmen, das sich in zwei Gesellschaften organisiert: In seiner Leben-Sparte bietet es als Gruppenversicherung Berufsunfähigkeit und Risikoleben und in der Kranken-Sparte nur Kostenerstattung (nach Art der Leben) an. Das Unternehmen hat sich entschieden, im Rahmen von Solvency II für Säule 1 die Risiken nach der Standardformel zu modellieren.



- a) (3 Punkte) Den Vorgaben der Standardformel folgend, in welchen Modulen (Market, Health SLT / Non-SLT, Default, Life, Non-Life, etc.) hat das Unternehmen die versicherungstechnischen Risiken jeweils zu modellieren?
- b) (7 Punkte) Im ORSA-Bericht muss das Unternehmen die Angemessenheit der Modellierung gemäß Standardformel beurteilen. Erörtern Sie bitte für beide Sparten jeweils separat die Angemessenheit der Standardformel.
- c) (3 Punkte) Beschreiben Sie die Modellierung des Storno-Risikos in Life und Health SLT.
- d) (7 Punkte) Erörtern Sie die Defizite der Modellierung des Storno-Risikos gemäß Standardformel. Worauf müsste der genannte Versicherer insbesondere in den beiden Sparten achten, wenn er ein internes Modell für Storno kalibrieren und implementieren wollte.

**Lösung zu Aufgabe 4. (20 Punkte) Versicherungstechnik Leben und Kranken.**

- a) (3 Punkte) Die folgende Aufteilung muss gewählt werden:
  - Berufsunfähigkeit: Health SLT oder je nach (technischer) Möglichkeit / Angemessenheit gemeinsam mit Risikoleben in Life
  - Risikoleben: Life oder je nach (technischer) Möglichkeit / Angemessenheit gemeinsam mit Berufsunfähigkeit in Health SLT
  - Kostenerstattung: Health SLT
- b) (4 Punkte) Leben-Sparte:
  - Die Aufteilung der Risiken nach Life und Health SLT ist insoweit sachgerecht, als so die Risiken in den jeweils angemessenen Modulen berücksichtigt und aggregiert werden. Insbesondere das Katastrophenrisiko würde für Berufsunfähigkeit im Life CAT-Modul nicht angemessen modelliert sein.
  - Eine Trennung der Berufsunfähigkeitsversicherung mit gleicher versicherter Person von der Risikoleben wird allerdings zu einer Fehleinschätzung führen, da keine Abhängigkeit zwischen den beiden Modulen modellierbar ist: nach Invalidisierung steigt die Todesfallwahrscheinlichkeit und nach Tod ist keine Invalidisierung mehr möglich.
  - Sowohl individuelle und Gruppen Berufsunfähigkeitsversicherung werden mit gleichen Parametern modelliert. Die Zielgruppen und damit auch die Risiken in den beiden Produkten werden sehr unterschiedlich sein. Es wäre ggf. besser für die Gruppendeckung ein anders Modell zu kalibrieren. Ggf. fehlt eine ausreichende Berücksichtigung von Trendrisiken.
  - Bei Tod ist kein Trend angesetzt, die Modellierung ist daher eher konservativ. Allerdings können hohe zufällige Schwankungen auftreten, die insbesondere in kleinen Portfolien oder bei sehr heterogenen Beständen durch den pauschalen Faktor nicht ausreichend berücksichtigt werden.
- (3 Punkte) Kranken-Sparte:
  - Die Modellierung über Shock Up / Down Szenarien mit der Parametrisierung der Standardformel kann angemessen sein. Für eine Beurteilung sollte das Modell mit auf dem eigenen Bestand kalibrierten Modell verglichen werden.
  - Bei der Modellierung ist die Abbildung der Prämienanpassungsmechanismen wesentlich. Insbesondere regulatorische Effekte (der länderspezifischen Prämienanpassung) aber auch finanzrationales Verhalten der Kunden und damit ggf. Antiselektion im Bestand sind hier zu beachten.
  - Gerade nach der Prämienanpassung kann erhöhtes Storno schon im Bestand beobachtbar gewesen sein, die Shock Up / Down Szenarien können daran grundsätzlich kalibriert werden.

- c) (3 Punkte) Die Risiken werden in Life und Health SLT gleich modelliert. Beachtet werden bei Storno alle Risiken, dass sich aufgrund von Versicherungsnehmeroptionen die zukünftigen Erträge anders entwickeln als geplant (Rückkauf, Reduktion, Erhöhung, Erneuerung, Dynamik, Verlängerung etc.). Das Vorgehen besteht aus zwei Schritten:
1. Bewertung der Storno Belastung: Vorzeichen der einzelvertraglich ermittelten Differenz aus Best Estimate und der jeweiligen Storno-Option
  2. Bewertung der einzelnen Szenarien je nach Storno-Belastung und davon das Maximum:
    - i. Down: Policen mit nicht positiver Storno-Belastung Reduktion um 50% aber höchstens um 20%-Punkte
    - ii. Up: Policen mit positiver Storno-Belastung Erhöhung um 50% aber höchstens auf 100% Storno-Quote
    - iii. Mass: Policen mit positiver Storno-Belastung, 40% Storno für individual, 70% Storno für Pensionsgeschäft
- d) (7 Punkte) Storno hat direkten Einfluss auf das Portfolio und sollte so auch berücksichtigt werden, die Standardformel berücksichtigt dies nicht vollständig sachgerecht:
- Volumenreduktion durch Storno: Verlust in den erwarteten Erträgen unter Embedded Value, damit ggf. Finanzierungslücke der Fixkosten
  - Abschlusskostenfinanzierung: Produkte mit Mismatch zwischen Stornohaftung des Vertriebs und tatsächlicher Amortisation
  - Finanzrationales Storno: Verlustrisiko v.a. bei Variable Annuities (Marktrisiko) und Risikotarifen mit Optionen (biometrisches Risiko)
  - Häufig folgt daraus zusätzlich eine Erhöhung anderer Risiken: Biometrische Risiken durch Antiselektion, Marktrisiko durch Liquiditätsbedarf und folgendem ALM-Mismatch

Die verwendeten Schocks des internen Modells sollten möglichst anhand historischer Untersuchungen, beobachtetem oder angenommenem finanzrationalen Verhalten der Kunden und Experteneinschätzungen kalibriert oder zumindest plausibilisiert sein:

- Wie sehr ist der Kunde von seinem Umfeld beeinflusst?
  - Wird er Liquidität oder niedrige Beitragszahlungen in einer Finanzkrise bevorzugen oder die höhere Sicherheit?
  - In wie weit wirkt sich die Reputation der Firma / der Branche aus?
  - Welche zukünftigen Änderungen (z.B. Steuern) beeinflussen den Kunden?
  - Wird der Kunde von neuen Produkten oder Initiativen des Vertriebs dazu verleitet, seine alten Produkte zu stornieren?
- Wie sehr ist das Verhalten vom Produkt abhängig?
  - Gibt es bei Risiko-Produkten eine engere Bindung als bei Sparprodukten?
  - Welche konkurrierenden neuen Produktalternativen werden Banken oder andere Dienstleister in Zukunft anbieten?
- Wie sehr ist der Kunde finanzrational?
  - Ist der Kunde überhaupt in der Lage seine Optionen korrekt zu bewerten?
  - Wie lässt sich der Kunde von Beratern oder Fachzeitschriften beeinflussen?
  - Was geschieht, wenn Policen auf dem Zweitmarkt von Profis gemanagt werden?

Zusätzlich ist bei Krankenversicherer darauf zu achten, dass die Auswirkung der Prämienanpassung Berücksichtigung bei den Stornoannahmen findet.

**Aufgabe 5. (20 Punkte) Versicherungstechnik Komposit.**

*Wichtiger Hinweis: Geben Sie die Ergebnisse gerundet in Tsd. Euro ohne Nachkommastelle an!*

Sie arbeiten im Risikomanagement der „Feldafinger Brandkasse“ (FFBK) und sind verantwortlich für die Naturkatastrophen Modellierung, welche Sie mit einem geophysikalisch-meteorologischem Modell durchführen. Das Modell wurde von Ihnen mit allen nötigen Standort-Informationen (einschließlich der Wiederbeschaffungswerte der versicherten Gebäude) gefüllt.

- a) (5 Punkte) Damit Ihr Vorstand Fit and Proper gemäß Solvency II ist, sollen Sie ihm erläutern, wie das Modell den Netto-Schaden (nach Rückversicherung) bestimmt. Skizzieren Sie hierzu die Kaskade vom Wiederbeschaffungswert zum Netto-Schaden und erläutern Sie die Berechnungen in den Übergängen.
- b) (6 Punkte) Aus Ihrem Modell erhalten Sie nun pro Simulationspfad die Bruttoschadenhöhe der simulierten Events. Der folgende Auszug liegt Ihnen vor:

Simulations- pfad	Event					
	1	2	3	4	5	6
7	14.391	433	18.542	1	0	1.250
263	107.246	-	-	-	-	-
292	22.009	-	-	-	-	-
1061	36.068	-	-	13.186	-	-
1997	9.375	14.748	7.255	69	11.012	-
2279	10.818	5	-	-	-	-
2313	8.946	8.747	-	-	-	-
2703	2.742	113.965	-	-	-	-
3987	68.531	19	0	-	349	-
4407	1.241	9.822	2.150	89.575	7.846	-
4790	9.500	15.657	0	34.874	0	11.839
5345	60.730	-	-	-	-	-
6602	8.242	14.066	23.064	16	8	3
6859	107.067	3.064	127	8.498	20.322	0

Werte in Tsd. Euro

Bestimmen Sie für das 10-, 50-, 100- und 250-Jahresereignis den Maximal- und den Jahresgesamtschaden auf Bruttobasis. Hierzu wissen Sie für die jeweilige Größe, welcher Simulationspfad als Grundlage für die Berechnung dient.

Simulationspfad	Jahresereignis			
	10	50	100	250
Brutto, Aggregate	2279	1997	3987	2703
Brutto, Occurence	2313	4790	5345	263

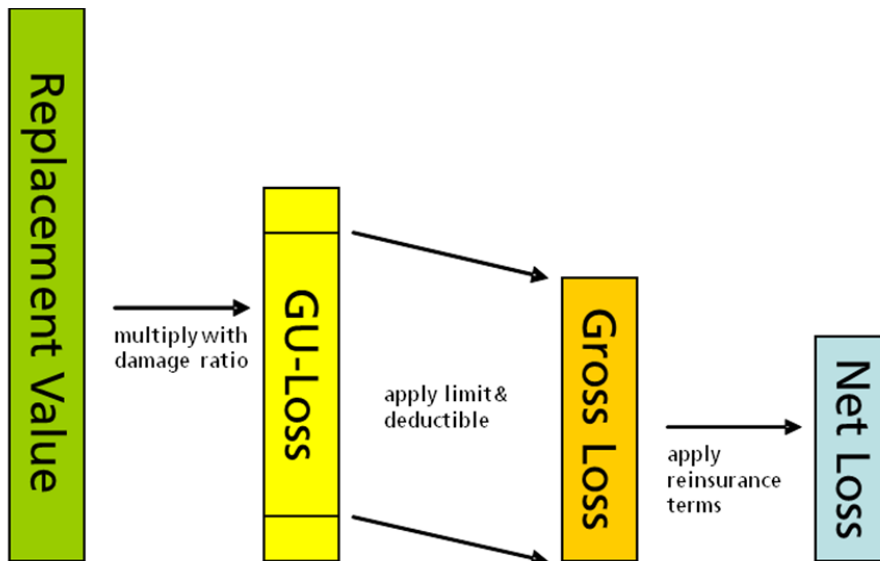
Skizzieren Sie außerdem die Brutto OEP und AEP Kurve.

- c) (3 Punkte) Sie werden nun vom Rückversicherungseinkauf gefragt, wie hoch die Haftungsstrecke bei einem Schadenexzedentenvertrag mit Selbstbehalt 10 Mio. Euro sein muss, damit die FFBK mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,6% einen maximalen Nettoschaden von 10 Mio. Euro pro Ereignis trägt. Ermitteln Sie diese Haftungsstrecke.
- d) (6 Punkte) Ihr Rückversicherungseinkauf konnte nur einen Schadenexzedentenvertrag mit Selbstbehalt 10 Mio. Euro und Haftungsstrecke 50 Mio. Euro mit beliebig vielen Wiederauffüllungen platzieren. Geben Sie zu diesem Vertrag für das 10-, 50-, 100- und 250 Jahresereignis den Maximal- und den Jahresgesamtschaden auf Nettobasis an. Benutzen Sie hierzu die folgende Tabelle und die Schadendaten aus Aufgabenteil b).

Simulationspfad	Jahresereignis			
	10	50	100	250
Netto, Aggregate	292	1061	6602	4407
Netto, Occurence	2313	7	7	6859

**Lösung zu Aufgabe 5. (20 Punkte) Versicherungstechnik Komposit.**

a) (5 Punkte)



Aus dem Wiederbeschaffungswert wird über die Schadenfunktion, welche von dem Gebäudetyp abhängt und über die Intensität des Ereignisses der Ground Up Schaden ermittelt, welcher auf den Versicherungsnehmer zukommt.

Aus dem Ground Up Schaden wird über die Erstversicherungsvertragskonditionen wie Limit und Selbstbehalt der Brutto Schaden bestimmt.

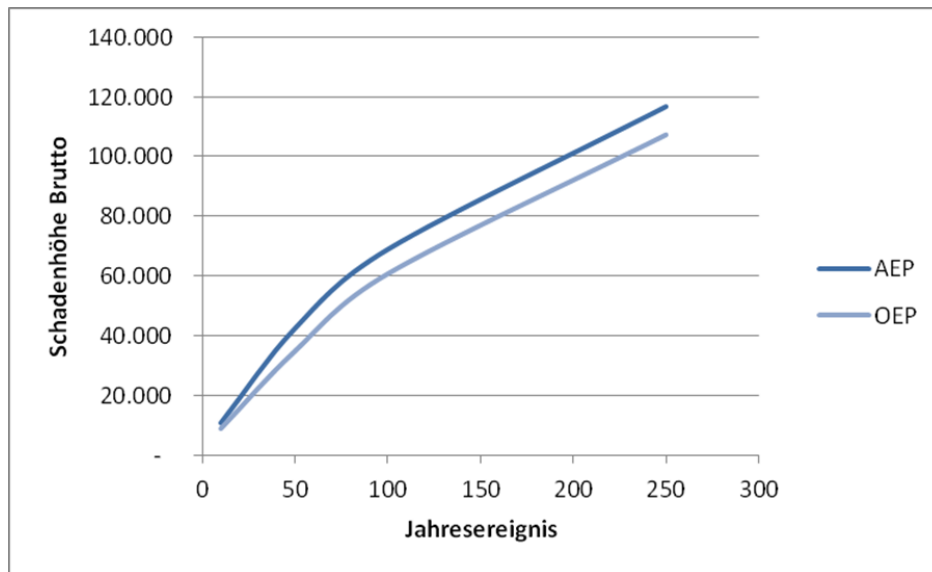
Dieser wird nun durch die zedierten Schadenhöhen an den Rückversicherer in einen Nettoschaden überführt.

- b) (6 Punkte) Um die Wiederkehrperioden für den Maximalschaden zu bestimmen, wird pro angegebenen Simulationspfad der maximale Schaden bestimmt. Für den Jahresgesamtschaden wird die Summe der Schäden berechnet. Man erhält die folgende Tabelle

Werte	Jahresereignis			
	10	50	100	250
Brutto, Aggregate	10.823	42.459	68.899	116.707
Brutto, Occurence	8.946	34.874	60.730	107.246

Werte in Tsd. Euro

Die OEP und die AEP Kurven stellen sich wie folgt dar:



- c) (3 Punkte) Die Anfrage des Rückversicherungseinkaufs bezieht sich auf dem Maximalschaden mit einer Wiederkehrperiode von 250 Jahren. Dieser beträgt vor Rückversicherung 107.246 Tsd. Euro. Bei einem Selbstbehalt von 10 Mio. Euro benötigen Sie eine Haftungsstrecke von 97.246 Tsd. Euro damit im Netto ein Schaden von 10 Mio. Euro überbleibt.
- d) (6 Punkte) Um die Nettoschäden pro Wiederkehrperiode zu berechnen, müssen Sie die folgende Formel verwenden:

$$X_{\text{zediert}} = \min(\max(X - \text{Prio}; 0); \text{Haft}).$$

Dabei bezeichnen  $X$  den Bruttoschaden,  $X_{\text{zediert}}$  den zedierten Schaden, Prio den Selbstbehalt und Haft die Haftungsstrecke. Danach muss der zedierte Schaden von Bruttoschaden abgezogen werden, um den Nettoschaden zu erhalten. Nach der Berechnung pro Simulationspfad wird analog Aufgabenteil a) vorgegangen. Sie erhalten die folgende Tabelle

Werte	Jahresereignis			
	10	50	100	250
Netto, Aggregate	10.000	20.000	28.269	60.634
Netto, Occurence	8.946	10.000	10.000	57.067

Werte in Tsd. Euro

**Aufgabe 6. (18 Punkte) Konzentration von Risiken, Risikoaggregation und Gruppenmodellierung.**

Wir betrachten nun einen Konzern bestehend aus einer Holding H, an die ein Leben- L, Sach- S und Sach-Rückversicherer R angegliedert sind.

- a) (6 Punkte) Beschreiben Sie mindestens drei Beispiele, die in diesem Konzern zu einer Aktiv-Passiv-Konzentration führen können und welche Unternehmensteile L, S oder R warum davon betroffen sind und welche nicht.
- b) (6 Punkte) Beschreiben Sie kurz drei Modelle zur Risikoaggregation und erörtern Sie deren Vor- und Nachteile.
- c) (6 Punkte) Die Holding H will das Risiko eines Szenarios „Wintersturm Europa“ ermitteln. Dazu hat sie von einer externen Modellierungsfirma stochastische Szenarien für die Sachsparten Kraftfahrt, Unfall und Gebäude erhalten. Wie kann die Holding H vorgehen, um aus diesen Informationen ein möglichst gutes Modell zu bekommen? Welches Modell zur Aggregation aus Teilaufgabe (b) wählt sie und warum? Welche Vorgaben macht die Holding H an ihre Töchter L, S und R und wie leitet H dann daraus sachgerecht das Risiko des Szenarios ab?

**Lösung zu Aufgabe 6. (18 Punkte) Konzentration von Risiken, Risikoaggregation und Gruppenmodellierung.**

a) (6 Punkte) Beispiele für Aktiv-Passiv-Konzentration:

- Zinsänderung betrifft sowohl den Marktwert der festverzinslichen Anlagen als auch das Reserverisiko durch eine Änderung der Annahmen zur Bewertung. Je nach Ausgestaltung des ALM der jeweiligen Versicherer sind sie von diesen Zinsänderungen stärker oder weniger stark betroffen.
- Ausfallrisiko von Unternehmen und insbes. auch Rückversicherer kann sowohl in Form von Anlagen (z.B. Corporate Bonds) als auch versicherungstechnischem Risiko (z.B. Kreditversicherung oder Finanzierungskomponenten / Forderungen aus Rückversicherung) vorliegen. Tendenziell werden diese Risiken (wenn überhaupt) bei L eher auf der Aktiv- und bei S und R je nach Geschäftsmodell sowohl auf der Aktiv- und Passiv-Seite zu finden sein. Ein Matching ist kaum möglich, sondern eher eine verstärkte Konzentration.
- Großereignisse wie z.B. Erdbeben oder Tsunamis können sowohl direkt die Versicherungsleistungen betreffen (z.B. Gebäude-, Betriebsunterbrechungs- und Lebensversicherung) aber auch zu Marktwertverlusten der Kapitalanlagen führen (z.B. Ausfall von Zulieferern, Mitarbeitern oder Konsumenten resultiert in Verlusten der Unternehmen und damit ggf. in Ausfall von Corporate Bonds oder sinkenden Aktienkursen). Von solchen Ereignissen sind vor allem S und verstärkt wegen der tendenziell höheren Exponierung in Großereignissen R betroffen.

b) (6 Punkte) Die drei grundsätzlichen Aggregationsverfahren sind:

i. Simulationsmodelle:

Für alle relevanten Risikotreiber wird ein stochastisches Modell kalibriert und Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Risikotreibern über Copulae abgebildet. Die Auswirkung auf die Bilanz wird pfadweise ermittelt und das Risikokapital als empirischer VaR errechnet. Dem Problem der Stochastik in der Stochastik kann über Proxy-Verfahren begegnet werden. Ein umfassendes Simulationsmodell benötigt wegen der konsistenten Abbildung der Risikotreiber und Bilanzeffekte keine Aggregation mehr.

Die Qualität der Aggregation ist dabei stark von der Modellarchitektur, d.h. der Möglichkeit der gemeinsamen Modellierung der Risikotreiber abhängig. Zu viele Parameter führen dabei zu hoher Komplexität, Kosten und ggf. Instabilitäten.

ii. Einzelstressaggregation:

- Für alle relevanten Risikotreiber werden Stressszenarien kalibriert, die den Kapitalbedarf im entsprechenden Quantil bewerten sollen. Die einzelnen Kapitalzahlen der Einzelstressszenarien werden über gemeinsame Verteilungsannahmen (häufig elliptische Verteilungen) zu einem Gesamtkapital aggregiert.
- Die Modellierung ist im Vergleich zum Simulationsmodell deutlich vereinfacht. Die hinreichende Güte der Verlustverteilungsannahme ist jedoch schwer belegbar. Diversifikationseffekte können ggf. unzureichend abgebildet werden. Die Bestimmung der Abhängigkeitsstruktur (lineare Korrelationen) der Verlustverteilungen ist praktisch nicht möglich. Nicht-lineare und risikomindernde Effekte werden u.U. signifikant falsch eingeschätzt. Konzentrationsrisiken – z.B. Aktiv-Passiv-Konzentrationen – lassen sich in einem modularen Risikomodell nur schwer abbilden.

iii. Szenarioaggregation:

- Zu einer bestehenden Gesamtschadenverteilung (ggf. erzeugt aus einem Simulationsmodell) werden Verteilungen von konkret beschriebenen Szenarien aggregiert. Dazu muss für das Szenario die Eintrittswahrscheinlichkeit und der Effekt auf die Risikotreiber definiert und berechnet werden. Die Gesamtschadenverteilung nach Szenarioauswirkung ist dann entweder durch Faltung oder Mischung der einzelnen Szenarien zu bestimmen.
- Eine Szenarioaggregation kann nicht alleine ausgeführt werden. Es wird immer eine geeignet ermittelte Gesamtschadenverteilung benötigt. Durch die Szenarien selbst kann sehr anschaulich Risiko ermittelt und im Unternehmen diskutiert werden. Szenarioansätze können aber nie vollständig alle Risiken abbilden und führen ggf. wegen Nichtlinearitäten zu einer höheren Komplexität bei der Unternehmenssteuerung.

- c) (6 Punkte) Für die beschriebene Aufgabe ist der Ansatz „Szenarioaggregation“ am geeignetsten. Er kann unabhängig von der sonst verwendeten Modellierung angewandt werden und konzentriert sich genau auf die Antwort zur oben formulierten Fragestellung.

Die Vorgaben an die Töchter L, S und R sollten vor allem konsistent sein – d.h. die Bewertung sollte je Gesellschaft über übergreifend konsistente Pfade durchgeführt werden. Für S und R können dabei genau die Pfade des externen Anbieters verwendet werden, für L müssen die Annahmen aus Unfall noch auf das Leben-Portfolio kalibriert werden. Dabei ist insbesondere auf ein gleiches Verständnis der Auswirkung der jeweiligen Pfade zwischen Leben und Unfall zu achten. Eine Auswirkung auf die Asset-Seite sollte zusätzlich durch Experten geprüft und ggf. pfadweise ergänzt werden.

Für die einzelnen Pfade werden von den Unternehmen L, S und R die jeweiligen Wirkungen auf die Bilanz bestimmt. Die einzelnen Pfade je Unternehmen mit der Wirkung auf die jeweiligen Bilanzen werden in der Holding zur Gesamtbilanz aggregiert und daraus eine Gesamtschadenverteilung des Szenarios bestimmt. Erst mit dieser Gesamtschadenverteilung wird durch die Holding das Quantil und damit das Risiko bestimmt.



## Examination DAV CERA Module 3 „Taxonomy and Modelling of Risks“

23.10.2015

### Hints:

- Each of the following problems needs to be solved (no choices).
- You are allowed to use an electronic pocket calculator.
- You have 120 minutes and can achieve 120 points.
- For passing the exam, 60 points are sufficient (corresponds to 50%).

### Good luck!

#### Problem 1. (16 points) *Strategic, Reputational, Operational, Market Risk*

DTA plc, part of an international insurance group, offers to their customers exclusively Decreasing Temporary Assurance. The business is solely single premium business covering death risk. The insurance contracts have a term of at most 10 years, sums insured are at most 30,000 €. The sums insured correspond exactly to the loan amount of the underlying annuity loan, i.e. the sums insured are decreasing during the term of the contracts. New Business is exclusively written in co-operation with three bank-partners. The banks receive a commission of 50% of the single premium. There is no reinsurance.

DTA plc has the following asset-allocation: Equity 20%, Property 20%, Fixed Income 60%. The market values of the assets add up to 120 €m. Fixed Income assets have a modified duration of 10 years.

Technical provisions, calculated on basis of the current interest rate, add up to 100 €m (Options & Guarantees as well as a Risk Margin can be neglected). Technical provisions have a modified duration of 3 years.

- (4 points) What are the material strategic, reputational and operational risks of the company?
- (5 points) For quantification of market risk DTA plc uses a simple model. To calculate the capital requirement for equity and property risk the market values of the corresponding assets were stressed with given risk factors, i.e. for equity 40% and for property 25% (the latter percentage out of the Solvency II standard formula). The required capital for interest rate risk is calculated via a duration approach using as stress-scenario a change in interest of 2%. To calculate the overall market risk, the equity, property and interest rate risk were aggregated using correlation-techniques analogue to the Solvency II standard formula with a correlation of 0.75 between Equity and Property and a correlation of 0 between Fixed Income and other assets. Calculate the capital requirement for market risk.
- (3 points) In which ways can the given risk model for market risk be improved, without using simulation techniques. Give concrete examples.



- (4 points) Group-Headquarters wants DTA plc to reduce the risks that have to be quantified in the context of Solvency II. How can this be done? Give concrete examples.

**Model Answer to Problem 1. (16 points)** *Strategic, Reputational, Operational, Market Risk*

a) (4 points)

- One material strategic risk is the dependency on only three bank-partners. Termination of one of these co-operations will automatically lead to a severe decline in new business. Furthermore the negotiation position, e.g. concerning commissions or tariff calculation, may be weak due to the dependency. Another strategic risk is the focus on only one product (Decreasing Temporary Assurance) and one underwriting risk (death risk). A cancellation of the product will automatically lead to a very rapid run-off.
- One material reputational risk probably has its source in the high commissions. Policyholders might get a comparable product much cheaper from other product providers. This can have a negative impact on the reputation of DTA plc.
- A legal risk (belonging to the class of operational risks) is given by the fact that the legislator may complicate business by demanding a stricter separation of the insurance contract and the loan. This risk can lead to a sharp decline in new business or even a cessation of new business by the bank-partners. A comparable legal risk would be a general prohibition of commissions. In this case the bank-partners would most probably stop selling the products of DTA plc, for a fee-based advisory service would not be profitable for them.

b) (5 points) Using the given model and assumptions we calculate the capital requirements as follows:

Equity Risk

Assets:  $120 \text{ € m} * 20\% = 24 \text{ Mio. € m.}$

$SCR_{\text{Equity}} = 24 \text{ € m} * 40\% = 9.6 \text{ € m.}$

Property Risk

Assets:  $120 \text{ € m} * 20\% = 24 \text{ € m.}$

$SCR_{\text{Property}} = 24 \text{ € m} * 25\% = 6 \text{ € m.}$

For the calculation of interest rate risk the scenario of an increase in interest is relevant due to the longer duration of the fixed income assets (in comparison to the liabilities). Using a duration approach we obtain:

Loss in value of fixed income assets:

$120 \text{ € m} * 60\% * 10 \text{ years} * 2\% = 14.40 \text{ € m.}$

Decline of technical provisions:

$100 \text{ € m} * 3 \text{ years} * 2\% = 6 \text{ € m.}$

Combined:

$SCR_{\text{Interest}} = 14.40 \text{ € m} - 6 \text{ € m} = 8.40 \text{ € m.}$

Using the square root - formula of Solvency II and the given correlations we obtain:

$SCR = \text{SQRT}(SCR_{\text{Equity}}^2 + SCR_{\text{Property}}^2 + SCR_{\text{Interest}}^2 + 2 * 0.75 * SCR_{\text{Property}} * SCR_{\text{Equity}}) = \text{SQRT}(9.6^2 + 6^2 + 8.4^2 + 2 * 0.75 * 9.6 * 6) = 16.89 \text{ € m.}$

c) (3 points) The following improvements are possible

- i. Instead of the duration approach, that implies a parallel shift of the term structure, one can use a scenario analyses using a “stressed term structure”. In such a scenario assets and liabilities must be evaluated on basis of their cash-flows and the term structures.
  - ii. Equity risk can be calculated in more detail differentiating the equities for example in regions or branches, using different stress factors and suitable correlations.
  - iii. Additionally spread and credit risk should be analyzed, e.g. using the methods of the Solvency standard formula.
- d) (4 points) The following ways to reduce risks can be given
- i. Increase the share of fixed income assets (ideally risk free fixed income assets like AAA government bonds) in the asset allocation to 100 € m (equal to the amount of technical provisions) with identical structures of terms. In this way the interest rate risk can nearly be eliminated.
  - ii. To reduce equity and property risk a further (with respect to answer i.) reduction of these assets is possible.
  - iii. For reduction of underwriting risk reinsurance, especially to reduce the pandemic risk, is advisable.

**Problem 2. (30 points) Risk Analysis.**

You are the German Chief Risk Officer (CRO) of an international group with a Dutch parent company: Your ultimate parent is the Oranje Verzekering Holding AG with headquarters in Amsterdam; you work for its 100% German subsidiary, the Oranje Deutschland Lebensversicherungs-AG (ODLAG), a stock corporation located at Frankfurt am Main. Oranje Verzekering Holding AG has established towards ODLAG a domination agreement and a profit and loss transfer agreement.

ODLAG’s business in-force consists of 80% traditional savings products, mainly written during the years 1994-2007, 10% unit linked and 10% protection. Furthermore, ODLAG has an A rating and – due to conservative asset allocation and prudent management in the past – a comfortable own funds situation according to Solvency II, and a SII ratio of 160% as of year-end 2014. With a total balance sheet of € 10 bn ODLAG is a medium player in the German market.

In Q1 2015, Oranje Verzekering Holding AG remembers its colonial past and envisages an expansion to Asia, attempting to enter the market in Singapore by founding a 100% subsidiary, Oranje Singapore Life AG (OSLAG). This company starts with a traditional single premium endowment product on U.S.\$ basis called „Welvaart“, with currently 3% guaranteed annual interest plus discretionary profit sharing and terms of the contracts up to 50 years. Biometric risks are reinsured at 100% by a contract with one of the big multinational reinsurers.

Oranje Verzekering Holding AG has been able to set up a cooperation agreement with two big Singaporean banks as distribution partners, who have agreed to introduce Welvaart in the market. In order to earn the guaranteed annual interest of 3% and maintain a sufficient safety level, the ALM department of Oranje Verzekering Holding AG has proposed a strategic asset allocation of 100% fixed income, with 80% BBB and 20% A ratings, denominated in U.S.\$ and geographically well diversified. Investment risk is managed by pre-funding the business by suitable assets in the moment the business is written, matching the duration of the single premium contracts. In case that the guaranteed interest of Welvaart cannot be earned at some future point in time, OSLAG will lower the guaranteed rate for new business to a sustainable level.

In February 2015, Oranje Verzekering Holding AG contacts ODLAG’s CEO with the following request: In order to grant the license to OSLAG to commence operations, the Singaporean regulator requires a parental

guarantee issued by a solvent company towards OSLAG, stating that OSLAG will be provided with sufficient financial support in order to meet its obligations and fulfill the local Solvency requirements (according to Singaporean regulation). Since OSLAG does not possess a standalone financial strength rating, the bank partners require it to have a parent or group company to guarantee the payment of due claims towards the policyholder in the event that the insurer becomes insolvent; otherwise they are not willing to cooperate.

Now Oranje Verzekering Holding AG asks your CEO that ODLAG grants both the parental guarantee for OSLAG and the guarantee towards OSLAG's future policyholders to pay their guaranteed benefits from the contracts with OSLAG. This guarantee holds for policies written until OSLAG obtains a standalone A rating. This point in time designates the termination of both ODLAG's parental guarantee and the guarantees towards policyholders, both for the business in-force and for future new business. As a compensation for issuing the guarantees, ODLAG shall receive 0.5% p.a. calculated on OSLAG's investments covering the technical provisions for which the guarantee holds. This fee is also an incentive for OSLAG to obtain a standalone A rating as soon as possible.

- a) (14 points) Your CEO does not wish to take a decision without a risk analysis and hence asks you as the CRO to provide such at short notice in March 2015.

You meet his request and draft a brief first risk analysis as a written text, in which you explain all risks which ODLAG takes when issuing the required parental guarantee towards OSLAG and the guarantees towards OSLAG's future policyholders. Please consider all relevant risk categories and sub-categories: both quantifiable pillar 1 risks including operational risks and non-pillar 1 risks (usually not subject to quantification) according to Solvency II.

Please conclude the risk analysis with an advice to your CEO, whether he should meet Oranje Verzekering Holding AG's request based on the information currently available, or whether he should deny. Please explain the reasons behind your recommendation.

- b) (8 points) As a preparation for deeper analyses you provide a list of requirements to your CEO, based on which he should ask Oranje Verzekering Holding AG for further information on the envisaged transaction. Please list at least 4 issues, on which you would like to receive additional explanations, and provide the reasons why you have chosen them.
- c) (8 points) Oranje Verzekering Holding AG makes pressure that OSLAG should commence its operations; you however have concerns in view of your risk analysis. In order to avoid getting known as the group's main naysayer, you propose 4 risk mitigation actions to your CEO incl. a brief assessment, after whose implementation the parental guarantee and the policyholder guarantees could be granted to OSLAG.

### **Model Answer to Problem 2. (30 points) Risk Analysis.**

- a) (14 points) A risk analysis of the proposed transaction could be as follows:

What matters is the risk that ODLAG takes by issuing the parental guarantee and the policyholder guarantees towards OSLAG. For its assessment, we first need to clarify in which cases ODLAG would face payments. These would occur whenever OSLAG were not able to meet its obligations towards policyholders or to meet the solvency requirements according to Singaporean regulation; in the latter case eligible solvency capital would need to be provided.

ODLAG runs the risk that OSLAG cannot fulfil its financial obligations towards policyholders before obtaining a standalone A rating. According to the assumptions set, ODLAG would then have to stand for the claims towards policyholders for a long amount of time, max. 50 years (max. term of the contracts). In such a case, ODLAG would try to cancel the guarantee, but this would hold at most for new business, and not for the guarantees issued for the business in-force.

ODLAG is therefore exposed to the following risks:

- Comprehensive legal risks, which cannot be finally assessed based on the available information:
  - What are the precise contract conditions in the case in which ODLAG has to pay? What happens then to the assets covering the technical provisions of the business in-force? Would ODLAG take over their management?
  - Management of the foreign contract and regulatory law.
- Interest rate risks stemming mainly from the high financial guarantees towards policyholders. Even taking into account that assets are bought in U.S.\$ and to match liability durations, 3% guarantee is high in view of the interest rate situation in the U.S. On top of this ODLAG has to pay 0.5% interest p.a. to ODLAG before obtaining an A rating. The resulting 3.5% required return exceeds the current yield of 10-year U.S. treasuries by more than 1%-points.
- Credit risks (default, spread widening, migration) on investments. A strategic asset allocation with 80% BBB is risky and would need to be checked for compliance with Oranje group's investment guidelines.
- Biometric risks do currently not exist for ODLAG's portfolio, due to the reinsurance contract in place. This agreement could be canceled in the future.
- Accumulation of risks with the German mainly traditional life insurance portfolio, since both ODLAG's portfolio and OSLAG's one are exposed to considerable interest rate risk
- Reputation risks in case of financial distress of ODLAG, aggravated by the similarity of the names of the companies involved („Oranje“...).
- It should be investigated whether the deal has an impact on ODLAG's solvency position.

Furthermore, ODLAG runs the risk of financial losses if OSLAG does not meet the solvency requirements before obtaining a standalone A rating. In such a situation ODLAG would have to provide eligible solvency capital to OSLAG according to the parental guarantee, typically subordinated loans or additional equity capital, bearing the risk of inadequate interest or even a default.

In order to judge the implications of potential financial distress of OSLAG on ODLAG, information on OSLAG's risk exposure and planned size would be required, permitting to assess whether losses of OSLAG can have a material impact on ODLAG. OSLAG is exposed to the typical operational risks of a start-up, in addition to the financial risks described above.

On the other hand the compensation of 0.5% which ODLAG receives p.a. on OSLAG's exposure is an additional income which helps ODLAG to finance the guarantees issued towards its own policyholders, consequently reducing its own interest rate risk.

Based on the available information, the riskiness of the proposed transaction cannot be finally assessed, in particular the inherent legal risks which depend on the contract details. Also the assessment whether the return of 0.5% represents an adequate compensation for taking over the risk requires further analyses. In view of the many unsolved issues the risk which ODLAG would take by granting the parental guarantee and the guarantees towards OSLAG's policyholders is incalculable based on the available information, leading to the advice to the CEO to refrain from fulfilling the request.

b) (8 points) Knowledge about OSLAG is unfortunately scarce, therefore the following additional information would be interesting (4 points required)::

- Analyses on the Singapore market including the competitive situation, in order to better assess the environment OSLAG is exposed to. Business plans and detailed mid-term

planning of OSLAG. In particular clarification on OSLAG's initial funding: by whom, how and up to which amount it is issued.

- Analyses of the product Welvaart, e.g. the typical information provided within a product approval process: product calculation, business plan, profitability, risk assessment of the general terms and conditions, tax opinion.
- Details on the envisaged strategic asset allocation, e.g. durations, differentiation by segments (Sovereigns, Corporate Financials, Corporate Non-Financials), collaterals, geographical split.
- Details on the contracts to be closed:
  - i. Precise description of ODLAG's liability.
  - ii. Precise description in which cases ODLAG's liability terminates.
  - iii. Arrangements for the case that Oranje Verzekering Holding AG sells one of the companies involved (ODLAG or OSLAG).
- Details on regulation, supervisory law and supervisory practice in Singapore.

c) (8 points) The following risk mitigation actions could help (4 points required):

- Limitation of ODLAG's liability for OSLAG.
- Adjustments of the product Welvaart:
  - i. Significant reduction of the guaranteed interest rate, e.g. cut down of the yearly guarantee by half from 3% down to 1.5%. In this case it would have to be assessed whether Welvaart stays attractive for customers and distribution partners.
  - ii. Change of the yearly guarantee to a guarantee at termination of the policies.
  - iii. Change of the traditional savings product towards a variable annuity product. In this case, the additional risks introduced by the necessary hedging would need to be taken into account.
- Elaboration of a less risky asset allocation.
- Set-up of a close controlling process steered by ODLAG, who should issue the guarantee, to monitor OSLAG's development.
- Last but not least: Granting of the parental guarantee and the guarantees towards policyholders by the parent company Oranje Verzekering Holding AG instead of ODLAG. As the ultimate parent, Oranje Verzekering Holding AG can steer OSLAG's management, which is not the case for ODLAG.

**Problem 3. (16 Points) Interest Rate Risks.**

Consider a life insurer CERA Life, which has been mainly writing endowment and annuity business over many years. All assets and liabilities of CERA Life are denominated in Euro. We assume a flat risk-free yield curve of 0.5% at valuation date, with a flat implied interest rate volatility surface of 25%. The risk-neutral valuation scenarios are sourced from an external ESG provider which uses the LMM interest rate model.

For Solvency II purposes, the insurer carries out Standard Formula calculations. Furthermore, it is developing an Internal Model.

- a) (3 Points) Please consider the interest rate rise risk in the Standard Formula context. Please explicitly provide the initial interest rate curve for this sensitivity as well as a short explanation.

- b) (5 Points) For Internal Model purposes, assume that an interest rate sensitivity is required, which features an initial yield curve consisting of negative rates only. Please discuss which two issues you would expect with regard to the calibration of risk-neutral valuation scenarios for this sensitivity. For each of these issues, briefly describe how they could be overcome. Please consider whether the implementation of your proposed approaches would impact base valuation scenarios.
- c) (3 Points) For Internal Model purposes, you were asked to produce a list of risk drivers relevant for interest rate modeling. Please propose 5 risk drivers in order to model the sensitivity of assets and liabilities to changes in risk-free interest rates and interest rate volatilities and briefly explain your proposal.
- d) (5 Points) In the context of Internal Model Validation, you were asked to produce the economic balance sheet for a particular 1-year outer scenario (in other words: for a realization of risk drivers from the above problem part). Unfortunately, you do not possess a package of 1000 risk-neutral inner scenarios for this outer scenario. Your colleague just pointed out that such a scenario package could be produced by applying several appropriate modifications to the baseline risk-neutral valuation scenario package (so-called “rebasings”). You do not have any knowledge of how rebasing works. However, please provide three explicit requirements upon the output of this process as well as a short motivation for each of these requirements.

**Model Answer to Problem 3. (16 Points) *Interest Rate Risks***

- a) (3 Points) Generally speaking, the initial yield curve for this sensitivity would be derived from the initial base yield curve by applying pre-defined term-specific multiplicative factors. However, the shocks may not be smaller than 100 basis points. Due to the very low base interest rates (0.5% flat), the minimal shock would bite for all terms. In other words: The interest rate sensitivity is an upward parallel shift by 100 basis points.
- b) (5 Points) First of all, LMM is a log-normal interest rate model. Hence, it won't be able to capture the required initial yield curve. This problem could be addressed e.g. by using LMM+ or by using a normal interest rate model instead, such as the Hull-White model. Furthermore, an issue related to interest rate volatilities is to be expected. Due to its order of magnitude, the 25% volatility will be a Black volatility. However, a Black volatility approach would not be appropriate in order to calibrate scenarios for the sensitivity required, given that the Black model would assume positive interest rates. In order to avoid this issue, Normal volatilities could be used instead. An implementation of the approaches mentioned above would only make sense if also the base valuation scenarios would be recreated under these approaches. Otherwise, the difference between base valuation results and the sensitivity valuation results would be distorted by model differences between the two scenario packages.
- c) (3 Points) The risk-free interest rate changes could be adequately modeled by virtue of principal components. Typically, the first three principal components would be used. In analogy to this approach, one could also model changes in interest rate volatility by virtue of principal components, too. With five risk driver slots available, the first two principal components for interest rate volatilities could be used.
- d) (5 Points) Firstly, (all) scenarios in the required package should feature the initial interest rate curve prescribed by the outer scenario. Otherwise, the market consistency condition could be already violated in the context of risk-free bonds.

Next, the scenario package should feature implied interest rate volatilities consistent with the interest rate volatilities prescribed by the outer scenario. Were this requirement not fulfilled, the market consistency of swaption valuation would be violated.

Finally, the scenario package should pass the martingale tests for all relevant asset classes. Otherwise, valuations performed using the scenario package would not be arbitrage-free.

**Problem 4. (20 Points) *Underwriting Risks in Life and Health.***

We consider an insurance company structured in two branches: a life insurer with group insurance for disability income and term life and a health insurer with group insurance for medical expense insurance (similar to life techniques). The company has decided to apply the standard formula for evaluating its risks in pillar 1 for Solvency II.

- a) (3 Points) Following the requirements of the standard formula, in which modules (Market, Health SLT / Non-SLT, Default, Life, Non-Life, etc.) does the company have to model the respective underwriting risks?
- b) (7 Points) The company has to assess the adequacy of the application of the standard formula in its ORSA report. Please argue for both branches separately why the standard formula is adequate.
- c) (3 Points) Please describe the lapse risk model in Life and Health SLT.
- d) (7 Points) Please discuss the deficits of the lapse risk model used in the standard formula. What have the two branches particularly to consider when an internal model should be calibrated and implemented?

**Model Answer to Problem 4. (20 Points) *Underwriting Risks in Life and Health.***

- a) (3 Points) The following assignment has to be chosen:
    - Disability income: Health SLT or if (technically) not feasible / adequate together with term life in Life
    - Term life: Life or if (technically) not feasible / adequate together with disability income in Health SLT
    - Medical expense insurance: Health SLT
  - b) (4 Points) Life branch:
    - The split of Life and Health SLT is insofar adequate as risks are evaluated and aggregated in the best suited modules. Especially cat risk for disability income would not be modelled adequately in Life.
    - A split of a disability income contract with the same insured person as the respective term life over might lead to a misinterpretation, as no direct dependencies between the modules can be modelled. I.e. after an insured person has turned disabled the mortality rate would increase and vice versa after dying also the disability income cover has to be terminated.
    - Both individual and group disability income covers are modelled with the same parameters. However, the target group and also the respective risks of the two different products will be quite different. It might be more adequate to calibrate for group business different parameters than in the standard model. If deemed adequate trend risks can additionally be considered.
    - For mortality no trend risks are reflected, the model is therefore rather conservative. However, for group life with a potentially small and / or heterogeneous portfolio very high random fluctuations might be observed, not yet been adequately reflected in the parameter of the standard formula.
- (3 Points) Health branch:
- The model based on shock up / down scenarios might be adequate. For an assessment the model should be calibrated to the specific portfolio.

- When modelling the risk the implementation of the premium adjustment clause is very relevant. Especially regulatory aspects but also financially rational behavior of clients has to be reflected.
  - Especially after premium adjustments an increasing lapse rate could have been observed in the portfolio. The parameters of the shock up / down scenarios can at least be validated or even newly calibrated.
- c) (3 Points) These risks are modelled the same in Life and Health SLT. Considered is the risk that future profits will deviate from expectations as a result of policyholders exercising contract options. All lapse options should be considered that affect future cash flow such as surrender, waiver of premium, reducing / raising premiums, renewals, index-linking, extension etc. The calculation is split into two steps:
1. Calculation of the surrender Strain: The sign of the difference between the amount currently payable on surrender and the best estimate provision held – calculated as a policy-by-policy comparison
  2. Evaluation of the separate scenarios depending on the surrender strain and applying the maximum of all three scenarios:
    - i. Down: only for policies without positive surrender strain, reduction in lapse of 50% for all following years but by a maximum of 20% points
    - ii. Up: only for policies with positive surrender strain, increase in lapse of 50% for all following years but maximum 100% lapse rate
    - iii. Mass: only for policies with positive surrender strain, lapse of 40% of all policies from normal individual business and 70% of all policies from pension funds.
- d) (7 Points) Lapse has direct effect on the portfolio and it might be reasonable to consider these accordingly:
- Volume reduction by lapsing: losses in future expected profits and thus a possible funding gap of fixed costs
  - Acquisition cost funding: products with a mismatch between distribution cancellation liability and actual amortisation
  - Financial rationale behaviour: loss risk primarily applying to variable annuities (market risk) and risk tariffs with options (u/w risk)
  - Additionally, often increase in other risks: u/w risks from anti-selection, market risk from liquidity requirement and resulting ALM mismatch.

The applied shocks of the internal model should be calibrated or at least be validated based on historical observations, estimated financially rational behavior of clients and expert judgment:

- To what extent are customers influenced by their environment?
  - In a financial crisis will they prefer liquidity or low premiums or higher security?
  - What is the effect of the reputation of the company / industry?
  - What future changes (e.g., taxes) influence customers?
  - Will customers be tempted to cancel their existing products by new products or sales initiatives?
- To what extent is behaviour dependent on the product?
  - Do term /risk products generate closer loyalty than savings products?
  - What competing new product alternatives will banks or other providers offer in the future?



- To what extent do customers behave in a financially rational way?
  - Are they even able to assess their options correctly?
  - How are customers influenced by advisers or specialist journals?
  - What happens if policies are managed on the secondary market by professionals?

Additionally, health insurer might want to consider effects of the premium adjustability on the portfolioe (anti-selection).

**Problem 5. (20 Points) Underwriting Risks in Nonlife (Composite).**

*Important note: Please specify the result in thousand euro rounded without decimal place!*

You are working at „Feldafinger Brandkasse“ (FFBK) risk management department and you are responsible for natural catastrophe modeling, which is carried out with a geophysical-meteorological model. The model contains all the necessary location information (including the replacement value of the insured building).

- a) (5 Points) To ensure that your board is fit and proper in accordance with Solvency II, you should explain how the model determines the net loss (after reinsurance). Sketch this cascade from the replacement value to the net loss and explain the calculations in the transitions.
- b) (6 Points) From your model, you now get the gross loss of simulated events per simulation path. The following excerpt is available:

simulation path	event					
	1	2	3	4	5	6
7	14,391	433	18,542	1	0	1,250
263	107,246	-	-	-	-	-
292	22,009	-	-	-	-	-
1061	36,068	-	-	13,186	-	-
1997	9,375	14,748	7,255	69	11,012	-
2279	10,818	5	-	-	-	-
2313	8,946	8,747	-	-	-	-
2703	2,742	113,965	-	-	-	-
3987	68,531	19	0	-	349	-
4407	1,241	9,822	2,150	89,575	7,846	-
4790	9,500	15,657	0	34,874	0	11,839
5345	60,730	-	-	-	-	-
6602	8,242	14,066	23,064	16	8	3
6859	107,067	3,064	127	8,498	20,322	0

values in tsd. euro

Determine for the 10-, 50-, 100- and 250-years event the maximum and the annual total loss on a gross basis. To do this you know for each value, which simulation path is the basis for the calculation.

simulation path	return period in years			
	10	50	100	250
gross, aggregate	2279	1997	3987	2703
gross, occurrence	2313	4790	5345	263

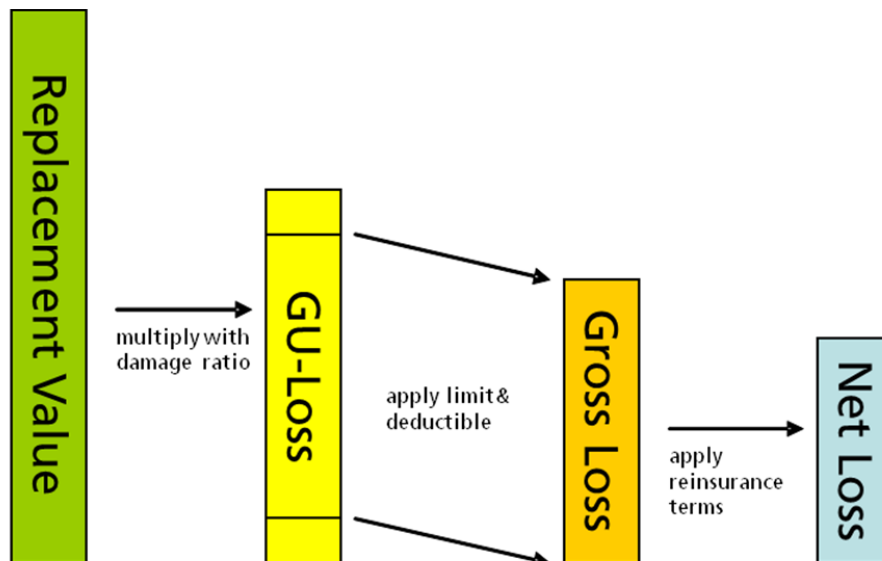
Sketch also the gross OEP and AEP curve.

- c) (3 Points) You are asked by the reinsurance purchasing department, how the layer of an excess of loss treaty must be with respect to retention of 10 million euro, so that the FFBK gets a maximum net loss of 10 million euro per event with a probability of 99.6%. Determine this layer.
- d) (6 Points) Your reinsurance purchasing department could only place an excess of loss treaty with retention 10 million euro and limit 50 million euro with unlimited number of reinstatements. Determine for this treaty for the 10-, 50-, 100- and 250-year event the maximum and the total loss on net basis. Use the following table and the loss data of part b).

simulation path	return period in years			
	10	50	100	250
net, aggregate	292	1061	6602	4407
net, occurrence	2313	7	7	6859

**Model Answer to problem 5. (20 Points) Underwriting Risks in Nonlife (Composite).**

a) (5 Points)



Applying the associated local intensity of each individual event of the natural hazard to the damage function, which depends on the type of the building, provides an estimation of the damage ratio at the location. This can in turn be applied to the replacement value and the ground up loss is derived.

The precise contractual conditions (limit, excesses, share of other insurers,...), which are available to the model as input parameters, are used to determine the concrete gross losses of the insured police.

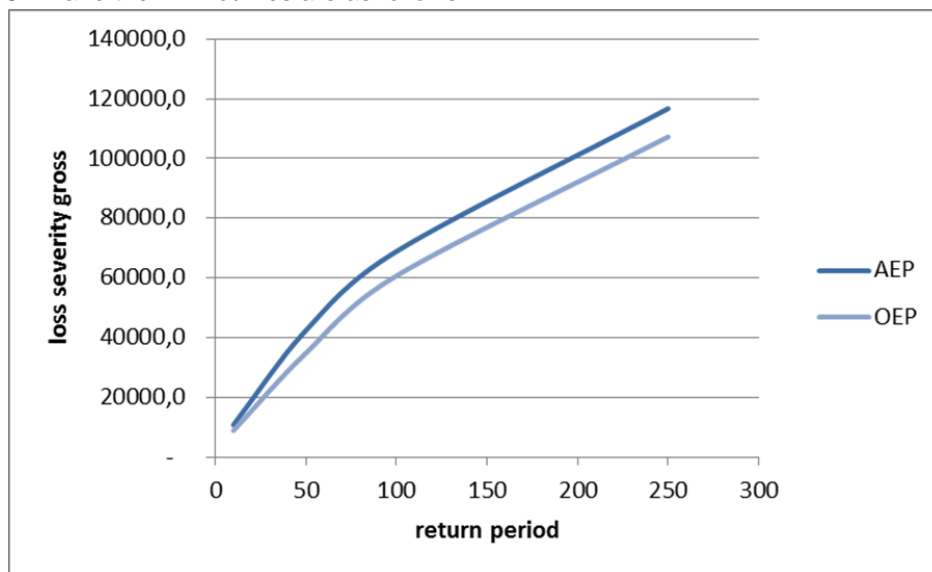
At the end of the cascade you get the net loss by applying the reinsurance condition to the gross loss. The difference between gross and ceded loss is the net loss.

- b) (6 Points) To determine the return periods for the maximum loss, the maximum loss is determined per specified simulation path. For the annual total loss the sum of loss is calculated. This gives the following table

values	return period in years			
	10	50	100	250
gross, aggregate	10,823	42,459	68,899	116,707
gross, occurrence	8,946	34,874	60,730	107,246

values in tsd. euro

The OEP and the AEP curves are as follows:



- c) (3 Points) The request of the reinsurance purchasing department refers to the maximum loss with a return period of 250 years. The gross figure (before reinsurance) is 107,246 tsd. Euro. With retention of 10 million euro you will need a layer of 97,246 tsd. Euro. So in net a loss of EUR 10 million remains.
- d) (6 Points) To calculate the net losses per return period, you must use the following formula:

$$X_{ceded} = \min(\max(X - Prio; 0); Limit).$$

Here X denotes the gross loss,  $X_{ceded}$  the ceded loss, Prio the retention and Limit the layer. Thereafter, the ceded loss from gross loss must be subtracted to obtain the net loss. After the calculation per simulation path the figures are generated in analogy to part a). You get the following table

values	return period in years			
	10	50	100	250
net, aggregate	10,000	20,000	28,269	60,634
net, occurrence	8,946	10,000	10,000	57,067

values in tsd. euro

**Problem 6. (18 Points) Concentration of Risks, Risk Aggregation and Group Models.**

We now consider an insurance group consisting of a Holding H with a Life insurer L, Non-Life insurer S and Non-Life reinsurer R as subsidiaries.

- a) (6 Points) Please specify three examples where active-liability-concentrations are relevant for the group, which subsidiaries are affected and why and which are not.
- b) (6 Points) Please specify briefly three models for aggregating risks and discuss their pros and cons.
- c) (6 Points) Holding H wants to evaluate the risk of a given scenario "Winter storm Europa". To do so it bought stochastic scenarios for its non-life portfolios motor, personal accident and buildings from an external modelling firm. What should be the approach of the Holding to derive an optimal model based on this information? Which model for aggregation from part b) will they choose and why? What are the requirements from H to its subsidiaries L, S and R and how does H then calculate adequately the risk based on the scenario?

**Model Answer to Problem 6. (18 Points) Concentration of Risks, Risk Aggregation and Group Models.**

a) (6 Points) Examples for asset liability concentrations:

- Changes in interest rate effect both the market value of fixed income investments and the reserve risk when reflecting the changes in the assumptions for the valuation. Depending on how consequent ALM has been applied in the respective subsidiaries changes in the interest rate will affect them differently.
- Credit risk from companies and esp. reinsurers (as counterparties) can arise both in the form of investments (e.g. corporate bonds) as well as of underwriting risk (e.g. credit insurance or financing components / recoverables and receivables from reinsurance). Those risks will affect L mostly on its asset side, depending on the business model S and R might have the risk on both sides of the balance sheet. Matching of those risks is rather improbable, mostly the concentration will be intensified.
- Major events such as earthquakes or tsunamis can impact claims and benefits directly (e.g. buildings, business interruption and life insurance) as well as lead to market losses (e.g. loss or failure of suppliers, loss of employees or consumers leading to the company making a loss and consequently possibly to corporate bond defaults or falling share prices). Such risks effect S and due to a comparably higher exposure to cat events also R.

b) (6 Points) the three approaches are:

i. Simulation models:

A stochastic model is calibrated for each risk driver and dependencies between these risk drivers are modelled using Copulae. The effects on the balance sheet of changes of these risk drivers are then calculated for each path and the risk capital calculated as empiric VaR. The problem of "stochastics in stochastics" may be solved by proxy methods. A comprehensive simulation model then does not need additional assumptions on aggregating risks.

The quality of the aggregation strongly depends on the model architecture, i.e. the possibility of jointly modelling the respective risk drivers. Too many parameters / drivers lead to high complexity and costs and mostly also instability.

ii. Single stress aggregation:

- For each relevant risk driver, a stress scenario is calibrated estimating the capital need in the quantile. The respective capital figures are then aggregated assuming a joint loss distribution (most of the time elliptic).
- Compared to simulation models the model is simplified. The adequacy of the approximation is difficult to prove. Diversification effects can only be modelled insufficiently. The (linear) dependency structure can practically not be derived properly. Non-linear and risk mitigating effects may be judged completely wrong. Concentration risks – e.g. cross balance sheet concentration – can be modelled only with great difficulties in a modular approach

iii. Scenario aggregation:

- Based on a total loss distribution (e.g. derived by a simulation model) further concretely specified scenarios are aggregated. For that for each of the scenarios a probability of occurrence and its effect on each risk driver has to be defined and calculated. The total loss distribution after scenario is then either calculated by convolution or weighted mixing of the distributions.
- Scenario aggregation cannot be applied stand alone. A total loss distribution is always needed. Based on the scenarios risks can be discussed very transparently. However, scenarios can never completely cover all risks and might lead due to non-linearities to an increasing complexity in steering the company.

c) (6 Points) Based on the specific problem the scenario aggregation approach is most suited. It can be applied independently of the internal model and focuses on the question formulated in the problem.

The requirements for the subsidiaries L, S and R have to be first of all consistent – i.e. the valuation should be based on consistent stochastic paths. For S and R exactly the same paths can be used as provided by the external modelling firm, for L the paths for personal accident have to be translated to a life portfolio. Here again consistency of the assumptions is key. Possible effects on the assets also have to be considered and estimated by experts.

For each path L, S and R calculate the respective effects on its balance sheets. The single paths for each subsidiary then are aggregated by H in a group balance sheet and based on that a total loss distribution for the scenario for the group can be derived. Only based on this total loss distribution H estimates the quantile of the risk.