

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

17.10.2014

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. (20 Punkte) *Strategische, Reputations- und Marktrisiken.*

Die CERA-Life AG ist ein Lebensversicherungsunternehmen mit Geschäftsgebiet innerhalb der EU. Bestand und Neugeschäft bestehen ausschließlich aus aufgeschobenen und laufenden Rentenversicherungen. Es handelt sich um überschussberechtigte Produkte mit garantierten Rentenhöhen. Der Fokus liegt dabei auf staatlich geförderten Produkten der Altersvorsorge. Die Produkte werden ausschließlich über gebundene Vermittler vertrieben. Das Unternehmen verwaltet alle Versicherungsverträge in einem einheitlichen Bestandsführungssystem, das von einem externen Anbieter betrieben und weiterentwickelt wird. Die Kapitalanlagen der CERA-Life AG bestehen zu 50% aus Staatsanleihen (USA, England und Euro-Zone), zu 10% aus Aktien (EURO STOXX 50 – Titel) und zu 40% aus europäischen Unternehmensanleihen.

- a) (4 Punkte) Unter einem systematischen Risiko (nicht zu verwechseln mit Systemrisiko, d.h. dem Implementierungsrisiko bei der Modellierung) verstehen wir ein Risiko, dem ein Unternehmen ausgesetzt ist, dessen Eintritt es aber nicht beeinflussen kann. Unter einem unternehmensspezifischen Risiko verstehen wir ein Risiko, dessen Eintrittswahrscheinlichkeit das Unternehmen durch Managemententscheidungen beeinflussen kann. Geben Sie für die CERA-Life AG je ein systematisches und ein unternehmensspezifisches
- i. strategisches Risiko sowie
 - ii. Reputationsrisiko
- an.

- b) (4 Punkte) Bewerten Sie eines der von Ihnen angegebenen Reputationsrisiken der CERA-Life AG im Rahmen einer mehrjährigen Szenarioanalyse. Beschreiben Sie hierzu das von Ihnen betrachtete Szenario möglichst konkret und geben Sie zwei Zielgrößen an, die Sie mittels dieses Szenarios analysieren.
- c) (2 Punkte) Solvency II gibt für Risikoanalysen einen einjährigen Betrachtungszeitraum vor. In wieweit können Folgen eines Reputationsschadens, die sich erst im Laufe mehrerer Jahre realisieren, dennoch im Rahmen einer einjährigen Risikokapitalberechnung berücksichtigt werden? Geben Sie zwei Beispiele hierfür an.
- d) (2 Punkte) Geben Sie die Definition des Marktrisikos gemäß der Solvency II Rahmenrichtlinie an.
- e) (2 Punkte) Beschreiben Sie die Abgrenzungsproblematik zwischen Markt- und Kreditrisiken an einem konkreten Beispiel für die CERA-Life AG.
- f) (3 Punkte) Geben Sie zwei Marktrisiken aus dem Solvency II – Risikobaum an, denen die CERA-Life AG ausgesetzt ist, sowie zu jedem angegebenen Risiko eine Möglichkeit der Reduktion des Risikos.
- g) (3 Punkte) Was versteht man unter dem Liquiditätsrisiko? Wie beurteilen Sie dieses Risiko für die CERA-Life AG? Warum wird dieses Risiko innerhalb von Säule 1 von Solvency II nicht betrachtet?

Lösung zu Aufgabe 1. (20 Punkte) Strategische, Reputations- und Marktrisiken.

- a) (4 Punkte) Die folgenden systematischen bzw. unternehmensspezifischen Risiken der CERA-Life AG können als Beispiel angeführt werden:
 - i. Strategisches Risiko.

Systematisch: Streicht oder reduziert der Gesetzgeber die Förderung bei den Altersvorsorgeprodukten, die die CERA-Life AG überwiegend vertreibt, so entfällt die Geschäftsgrundlage des Unternehmens (zumindest in großen Teilen).

Unternehmensspezifisch: Das Outsourcing der Bestandsverwaltung stellt eine strategische Entscheidung dar. Fällt der externe Dienstleister aus oder gibt es Serviceprobleme, so erleidet die CERA-Life AG einen erheblichen finanziellen Schaden.
 - ii. Reputationsrisiko.

Systematisch: Das generelle Risiko einer schlechten Reputation der gesamten Lebensversicherungswirtschaft in der Öffentlichkeit wirkt sich negativ auf das Kauf- und Stornoverhalten der Kunden aus.

Unternehmensspezifisch: Senkt das Unternehmen die Überschussbeteiligung gegen den Markttrend (z.B. auf Grund von Verlusten in der Kapitalanlage), so ist die Reputation des Unternehmens (unabhängig vom Markt) beschädigt.
- b) (4 Punkte) Ein Reputationsschaden (z.B. auf Grund einer Überschusssenkung gegen den Markttrend) hat Einfluss auf das Kundenverhalten sowie auf das Vermittlerverhalten. Es

könnte daher ein Szenario betrachtet werden, in dem über mehrere Jahre (z.B. 10 Jahre) das geplante Neugeschäft deutlich reduziert ist (z.B. halbiert) und das Storno deutlich ansteigt (z.B. um 3%-Punkte). In solch einem Szenario könnte der Verlauf der folgenden Größen im Projektionszeitraum analysiert werden: Gebuchte Beiträge, Neugeschäftswerte, Abschlusskosten, Embedded Values, Jahresüberschüsse, ...

- c) (2 Punkte) Rückläufiges Neugeschäft sowie erhöhtes Storno auf Grund eines Reputationsschadens realisieren sich meist erst im Verlauf mehrerer Jahre. Die Auswirkungen können dennoch auch bei einer einjährigen Risikokapitalberechnung berücksichtigt werden. So sind im Rahmen der ökonomischen Bewertung der versicherungstechnischen Verbindlichkeiten Annahmen zum zukünftigen Storno (im gesamten Projektionszeitraum) zu treffen. Hier können erhöhte Stornoquoten eingehen. Ebenso sind bei rückläufigem Neugeschäft erhöhte Kostenquoten zu erwarten (Fixkostenproblematik bei geringerem Bestand). Auch diese können bei der Bewertung der Verpflichtungen berücksichtigt werden.
- d) (2 Punkte) Das Marktrisiko ist das Risiko eines Verlustes oder nachteiliger Veränderungen der Finanzlage, das sich direkt oder indirekt aus den Schwankungen in der Höhe und der Volatilität der Marktpreise für die Vermögenswerte, Verbindlichkeiten und Finanzinstrumente ergibt.
- e) (2 Punkte) Als Beispiel kann hier eine Unternehmensanleihe betrachtet werden. Gerät ein Unternehmen, von dem die CERA-Life AG eine Anleihe hält, in eine Schieflage, so wird man am Markt zunächst eine Spreadausweitung sehen. Das Spreadrisiko wird zu den Marktrisiken gerechnet. In Folge kann es dann zu einer veränderten Bonitätseinschätzung (z.B. durch Ratingagenturen oder interne Analysen der CERA-Life AG) kommen. In diesem Fall ist der Marktwertverlust der Unternehmensanleihe auf die verschlechterte Bonität und damit ein Kreditrisiko zurückzuführen.
- f) (3 Punkte) Die folgenden Risiken und Maßnahmen können hier genannt werden:
- i. Aktienrisiko – Reduktion durch Kauf von Put-Optionen oder anderer risikominimierender Derivate
 - ii. Zinsänderungsrisiko – Reduktion durch Angleichen der Laufzeiten von Kapitalanlagen und Verpflichtungen
 - iii. Währungsrisiko (v.a. bei ausländischen Staatsanleihen) – Reduktion durch Kauf von Währungsswaps

Hinweis. Es waren nur zwei Beispiele anzugeben.

- g) (3 Punkte) Unter dem Liquiditätsrisiko versteht man das Risiko, dass ein Versicherer seinen Zahlungsverpflichtungen nicht uneingeschränkt termintreu nachkommen kann. Für die CERA-Life AG spielt dieses Risiko nur eine untergeordnete Rolle, da ein Großteil der Kapitalanlagen selbst in einem problematischen Kapitalmarktumfeld innerhalb kurzer Zeit liquidierbar ist, z.B. Staatsanleihen und Aktien. Innerhalb der Säule 1 von Solvency II wird das Liquiditätsrisiko nicht betrachtet, da das Problem der Zahlungsunfähigkeit nicht durch das Vorhalten von Risikokapital gelöst werden kann (auch Risikokapital selbst könnte ja illiquide angelegt werden). Daher muss dieses Risiko im Rahmen der Säule 2 separat betrachtet werden.

Aufgabe 2. (20 Punkte) Zinsrisiken.

Wir betrachten wieder das Unternehmen CERA-Life AG wie unter Aufgabe 1 beschrieben. Wie bereits oben erwähnt bestehen Bestand und Neugeschäft ausschließlich aus aufgeschobenen und laufenden Rentenversicherungen. Es handelt sich um überschussberechtigende Produkte mit garantierten Rentenhöhen. Die Kapitalanlagen der CERA-Life AG bestehen zu 50% aus Staatsanleihen (USA, England und Euro-Zone), zu 10% aus Aktien (EURO STOXX 50 – Titel) und zu 40% aus europäischen Unternehmensanleihen.

- a) (5 Punkte) Bitte kommentieren Sie, inwieweit die folgenden Aussagen zutreffend sind:
- i. (2 Punkte) Wenn die risikofreien Zinsen auf 0% für alle Restlaufzeiten absinken würden, wäre dies für die CERA-Life AG von Vorteil, da die Preise der Anleihen dadurch mitunter erheblich steigen würden.
 - ii. (3 Punkte) Wenn die risikofreien Zinsen auf 10% für alle Restlaufzeiten steigen würden, wäre dies für die CERA-Life AG auf jeden Fall von Vorteil.
- b) (2 Punkte) Ihr Vorgesetzter schwärmt von der Proxy-Modellierungstechnik Least Squares Monte Carlo (LSMC), bei der die Verbindlichkeiten des Unternehmens als Polynom in den Risikotreibern wie Aktienindex, Storno etc. dargestellt werden. Um der besonderen Langfristigkeit des Renten-Geschäfts der CERA-Life AG Rechnung zu tragen, empfiehlt Ihr Vorgesetzter, die Zinsen für jede der Restlaufzeiten von 1 bis 60 Jahren als separate Variablen für das Polynom vorzusehen. Bitte positionieren Sie sich hierzu (Pro und/oder Contra) mit einer kurzen Begründung.
- c) (10 Punkte) Ihr neuer Kollege möchte die Zinsrisiken mithilfe der sog. Principal Components (PCA)-Methode analysieren, über die er neulich einen Vortrag gehört hat. Bitte begründen Sie kurz für jede seiner folgenden Aussagen, ob sie richtig oder falsch ist:
- i. (2 Punkte) Die PCA benötigt Methoden der Linearen Algebra.
 - ii. (3 Punkte) Die PCA kann – je nach Währungsraum - von 90% bis 99% der vorstellbaren Zinsbewegungen angemessen ökonomisch interpretieren.
 - iii. (2 Punkte) Mit den ersten vier Hauptkomponenten kann man eine sinnvolle Zinsmodellierung betreiben.
 - iv. (3 Punkte) Eine PCA-Anwendung auf die historischen Zinsdaten des Krisenjahres 2008 funktioniert nicht richtig, da dabei komplexe Zahlen als Eigenwerte herauskommen und somit die Eigenwerte nicht nach absteigender Bedeutung geordnet werden können.
- d) (3 Punkte) Ihr Vorgesetzter hatte Sie vor ein paar Jahren dafür gelobt, dass Sie das Cox-Ingersoll-Ross (CIR)-Modell zur Zinsmodellierung eingeführt hatten. Neulich tadelte er Sie allerdings für die Verwendung desselben Ansatzes. Bitte begründen Sie, ob er damit richtig liegt oder nicht.

Lösung zu Aufgabe 2. (20 Punkte) Zinsrisiken.

a) (5 Punkte) Zu den zitierten Aussagen lässt sich das folgende feststellen.

- i. (2 Punkte) Die Preise der Anleihen würden in einem solchen Szenario tatsächlich ansteigen. Dennoch wäre ein solches Szenario kein gutes für die CERA-Life AG. Die Duration der Passiva (Rententarife!) wird bei CERA-Life AG höher sein als die der Aktiva. Damit steigt der ökonomische Wert der Verpflichtungen stärker als der ökonomische Wert der Kapitalanlagen, und als Resultat dieser Entwicklungen sinkt der ökonomische Wert der Eigenmittel. Bei einem flachen Zins von 0% könnte das Unternehmen des Weiteren kaum die Zinsgarantien seines Bestandes erwirtschaften. Somit ist die Aussage **falsch**.
- ii. (3 Punkte) Auch diese Aussage ist **falsch**. Einerseits könnten die Zinsgarantien leichter dargestellt werden, wenn die Zinsen für alle Restlaufzeiten 10% betragen würden. Andererseits wäre es wichtig, wie (insb. wie schnell) die Zinsen auf 10% ansteigen würden und ob das Unternehmen dabei mit einer entsprechenden Erhöhung der Überschussbeteiligung aufwarten könnte. Falls das Unternehmen bei einem schnellen Zinsanstieg nicht in der Lage wäre, die Überschüsse entsprechend nach oben anzupassen, bestünde die Gefahr eines Massenstornos – zumindest wenn die anderen Marktteilnehmer deutlich wettbewerbsfähiger sein sollten. Somit kann man nicht behaupten, dass ein Zinsanstieg auf 10% für alle Restlaufzeiten in jedem Falle positiv für die CERA-Life AG wäre.

b) (2 Punkte) **Contra** Verwendung sämtlicher Laufzeiten als Polynomvariablen, denn:

- Zinsen verschiedener Laufzeiten sind erheblich korreliert. Daher wäre es nicht ratsam, sie simultan als erklärende Variable einzusetzen.
- Die Dimension des Problems wäre bei dieser Vorgehensweise sehr hoch. Dies könnte zu Rechenzeitproblemen bei der LSMC-Kalibrierung führen usw.

c) (10 Punkte) Zu den zitierten Aussagen lässt sich das folgende feststellen.

- i. (2 Punkte) Diese Aussage ist **korrekt**. Die PCA macht von der Bestimmung von Eigenwerten und Eigenvektoren Gebrauch.
- ii. (3 Punkte) Diese Aussage ist **falsch**. Bei der Zinsmodellierung weisen die ersten drei Hauptkomponenten typischerweise eine erklärte Varianz von 90%-99% auf. Das ist jedoch überhaupt nicht dasselbe wie die Interpretation von Zinsbewegungen – und die ökonomische Interpretation der Hauptkomponenten ist mitunter schwierig.
- iii. (2 Punkte) Diese Aussage ist **korrekt** – auch wenn meist nur die ersten drei oder gar die ersten zwei Hauptkomponenten verwendet werden.
- iv. (3 Punkte) Diese Aussage ist **falsch**. Die Kovarianzmatrizen sind per definitionem immer symmetrisch, so dass ihre Eigenwerte gemäß Linearer Algebra stets reelle Zahlen sind.

d) (3 Punkte) Ihr Vorgesetzter liegt damit **richtig**. Früher schätzte man das CIR-Modell für die Vermeidung negativer Zinsen. Inzwischen kommen negative Zinsen in der Euro-Zone in Realität vor, so dass dieser ehemalige Modell-Vorteil zu einem Nachteil geworden ist.

Aufgabe 3. (20 Punkte) Kreditrisiken.

Wir betrachten wieder die CERA-Life AG mit Geschäftsgebiet innerhalb der EU, Bestand und Neugeschäft aus aufgeschobenen und laufenden Rentenversicherungen. Die Kapitalanlagen der CERA-Life AG bestehen zu 50% aus Staatsanleihen (USA, England und Euro-Zone), zu 10% aus Aktien (EURO STOXX 50 – Titel) und zu 40% aus europäischen Unternehmensanleihen.

Zum letzten Bewertungsstichtag hatte die CERA-Life AG die folgenden Kapitalanlagen in ihrer ökonomischen Bilanz (Angaben in Mio. €):

Staatsanleihen	500
Frankreich	150
Spanien	150
Griechenland	100
UK	50
US	50
Europäische Unternehmensanleihen	400
AAA	50
AA	100
A	120
BBB	130
Aktien	100
Gesamt	1000

- a) (1 Punkt) Bitte geben Sie die Definition des Kreditrisikos gemäß der MaRisk (VA) wieder.
- b) (3 Punkte) Bitte erläutern Sie die drei wesentlichen Ausprägungen des Kreditrisikos.
- c) (9 Punkte) Berechnung des Kreditrisikos gemäß der Standardformel unter Solvency II:
 - i. (4 Punkte) Bitte beschreiben Sie kurz die Modellierung des Spreadrisikos und des Gegenparteausfallrisikos gemäß der Standardformel. Bitte gehen Sie dabei auf die jeweilige Methodik ein und benennen Sie je drei betroffene Kapitalanlagentypen.
 - ii. (3 Punkte) Ihr junger Kollege hat das Brutto-Spreadrisiko für die Unternehmensanleihen der CERA-Life AG anhand der durchschnittlichen Durationen d (15 für AAA-Papiere, jeweils 10 für AA und A sowie 5 für BBB; alle gemessen als Modified Duration) und der folgenden Vorgabe für die Standardformel berechnet.

in %		Bonitätsstufe							
		0	1	2	3	4	5	6	keine
d	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	4,5	5,5	7	12,5	22,5	37,5	37,5	15
	10	7,15	8,4	10,5	20	35,05	58,5	58,5	23,4
	15	9,65	10,9	13	25	44,05	61	61	29,2
	20	12,15	13,4	15,5	30	46,55	63,5	63,5	35

Welche Brutto-Risikokapitalunterlegung erhält er dabei? Welchen Fehler nimmt er dabei in Kauf?

- iii. (2 Punkte) Ein erfahrener Kollege von Ihnen merkt an, dass die Berechnung des Kreditrisikos gemäß der Standardformel unvollständig sei, da sie die Tatsache nicht berücksichtige, dass die gesamte Position der AAA gerateten Unternehmensanleihen die Securitas GmbH als Gegenpartei habe. Bitte bestimmen Sie auf Basis dieser Zusatzinformation anhand der folgenden beiden Tabellen die Kapitalanforderung für dieses Konzentrationsrisiko:

gew. durchschn. Bonitätsstufe	0	1	2	3	4	5	6
Schwellenwert CT _i in %	3	3	3	1,5	1,5	1,5	1,5

gew. durchschn. Bonitätsstufe	0	1	2	3	4	5	6
Risikofaktor g _i in %	12	12	21	27	73	73	73

- d) (5 Punkte) Bei der Modellierung des Kreditrisikos von festverzinslichen Papieren in stochastischen Projektionsmodellen zur Bestimmung der ökonomischen Bilanz gehen wir nun davon aus, dass Staatsanleihen risikofrei modelliert werden. Unternehmensanleihen sollen dem Kreditrisiko unterliegen.
- (2 Punkte) Beschreiben Sie bitte kurz die Jarrow-Lando-Turnbull (JLT)-Methode zur Modellierung von Kreditrisiken in stochastischen Unternehmensmodellen.
 - (3 Punkte) Die CERA-Life AG diskutiert in ihrem Kapitalanlageausschuss die folgende Maßnahme, die per 31.12.2014 durchgeführt werden soll: Die griechischen Staatsanleihen im Portfolio sollen am Markt verkauft und der Erlös in Anleihen eines AA-gerateten deutschen Pharma-Unternehmens investiert werden. Mit Hilfe des stochastischen Unternehmensmodells sollen auf Basis der JLT-Methode die Auswirkung dieser Maßnahme auf den Bestandswert der CERA-Life AG bestimmt und das Ergebnis in die Entscheidungsfindung einbezogen werden. Bitte schildern Sie, welche Ergebnisse dieser Analyse Sie erwarten und was Sie davon halten, und begründen Sie Ihre Antwort. Bitte schlagen Sie eine alternative Analyse vor, um die angedachte Maßnahme zu bewerten.
- e) (2 Punkte) Auf europäischer Ebene wird derzeit diskutiert, ob die bisher angewandte risikofreie Modellierung von Staatsanleihen beibehalten werden soll. Bitte nehmen Sie dazu Stellung (Pro und Contra) und gehen Sie dabei insbesondere auf europäische Staatsanleihen ein, die in der Währung des Heimatlandes notieren und von Versicherungsunternehmen mit Hauptsitz in eben diesem Heimatland bewertet werden.

Lösung zu Aufgabe 3. (20 Punkte) Kreditrisiken.

a) (1 Punkt) Definition des Kreditrisikos gemäß der MaRisk (VA):

Gemäß der MaRisk (VA) bezeichnet das Kreditrisiko das Risiko, das sich aufgrund eines Ausfalls oder aufgrund einer Veränderung der Bonität oder der Bewertung von Bonität (Credit-Spread) von Wertpapieremittenten, Gegenparteien und anderen Schuldnern ergibt, gegenüber denen das Unternehmen Forderungen hat.

Anmerkung: Definition des Kreditrisikos gemäß der Solvency II Rahmenrichtlinie:

„Kreditrisiko“ (bezeichnet) das Risiko eines Verlustes oder nachteiliger Veränderungen der Finanzlage, das sich aus Fluktuationen bei der Bonität von Wertpapieremittenten, Gegenparteien und anderen Schuldnern ergibt, gegenüber denen die Versicherungs- und Rückversicherungsunternehmen Forderungen haben, und das in Form von Gegenparteiausfallrisiken, Spread-Risiken oder Marktrisikokonzentrationen auftritt.

b) (3 Punkte) Die drei wesentlichen Ausprägungen des Kreditrisikos lassen sich wie folgt beschreiben:

Das Ausfallrisiko bezeichnet den kompletten oder partiellen Ausfall einer Gegenpartei, d.h. deren potentielle Unfähigkeit, versprochenen Zahlungen nachzukommen.

Das Migrationsrisiko betrifft ausschließlich Assets, die ein Rating besitzen und umfasst potenziell nachteilige Preisentwicklungen dieser Assets durch Änderungen im Rating, d.h. Verschlechterung der Bonität von Wertpapieremittenten.

Das Spreadrisiko beinhaltet Änderungen im Spread und damit verbundene nachteilige Preisentwicklungen bei Assets, die sich aus höheren vom Markt geforderten Risikoaufschlägen ergeben (d.h. Veränderung der Bewertung von Bonität von Wertpapieremittenten, Spreadausweitung bei gleichbleibender Bonität).

c) (9 Punkte) Berechnung des Kreditrisikos gemäß der Standardformel:

i. (4 Punkte) Beschreibung der beiden Module Spread- und Gegenparteiausfallrisiko:

(2 Punkte) Das Spreadrisikomodul gemäß der Standardformel von Solvency II umfasst die Sensitivität der Werte von Vermögenswerten, Verbindlichkeiten und Finanzinstrumenten in Bezug auf Veränderungen in der Höhe oder in der Volatilität der Kredit-Spreads über der risikofreien Zinskurve. Dabei werden gemäß einer festgelegten technischen Anleitung mittels Faktoransätzen die Kapitalunterlegungen für Anleihen, Darlehen, Kreditverbriefungen und Kreditderivate bestimmt. Für Anleihen und Darlehen beispielsweise ergibt sich das Brutto-Spreadrisiko eines Papiers anhand der Bonitätsstufe und der Modified Duration. Die vorgegebenen Spreadrisikofaktoren repräsentieren implizit auch das Ausfall- und Migrationsrisiko, das anteilig für eine Spreadausweitung verantwortlich ist.

(2 Punkte) Das Gegenparteiausfallrisikomodul umfasst Kreditrisiken, die nicht vom Spreadrisikomodul abgedeckt werden. Je nach Art der Forderungen werden die zu Grunde liegenden Exponierungen in zwei Kategorien eingeteilt: Typ 1 (Gegenpartei besitzt ein Rating) und Typ 2 (Gegenpartei besitzt kein Rating). Unter Typ 1 fallen Forderungen gegenüber Rückversicherern, Sichteinlagen bei Kreditinstituten, Gegenpartei von Derivaten sowie Depotforderungen aus dem in Rückdeckung übernommenen Versicherungsgeschäft. Typ 2 umfasst Forderungen gegenüber

Dritten (z.B. Vermittler, Versicherungsnehmer), Policendarlehen und Hypothekendarlehen (unter restriktiven Bedingungen, sonst im Spreadrisiko abgebildet). Die ermittelten Kapitalunterlegungen bilden implizit alle Facetten des Kreditrisikos ab.

- ii. (3 Punkte) Gemäß der angegebenen Tabelle erhält man die folgende Kapitalunterlegung für das Spreadrisiko der Unternehmensanleihen der CERA-Life AG:

Rating	ök. Wert	Duration	Faktor	Kapital
AAA	50	15	0.0965	4.8
AA	100	10	0.084	8.4
A	120	10	0.105	12.6
BBB	130	5	0.125	16.3
Gesamt	400.0			42.1

Da die Kapitalunterlegungen pro Bonitätsklasse anstatt auf Einzeltitelbasis bestimmt wurden, ist die vorliegende Berechnung ungenauer als das vorgeschriebene Verfahren.

- iii. (2 Punkte) Die Position der Anleihen der Securitas GmbH übersteigt mit 5% Anteil am Portfolio (gemessen in Marktwerten) die Konzentrationsschwelle i.H.v. 3%. Daher sind die die 3%-Schwelle übersteigenden 20 Mio. € gemäß Tabelle mit 12% Kapital zu unterlegen, und als zugehörige Kapitalanforderung erhält man 2,4 Mio. €.

- d) (5 Punkte) Modellierung des Kreditrisikos von Unternehmensanleihen in Projektionsmodellen:

- i. (2 Punkte) Bei der JLT-Methode zur Modellierung von Kreditrisiken in stochastischen Unternehmensmodellen wird das Kreditrisiko von Anleihen explizit anhand von Ratingklassen mit Ausfall- und Migrationswahrscheinlichkeiten modelliert. Die Übergänge zwischen den Ratingklassen werden durch eine stochastische (jahres- und szenarioabhängige) risikoneutrale Übergangsmatrix Q beschrieben.
- ii. (3 Punkte) Gemäß den Voraussetzungen der Aufgabenstellung werden Staatsanleihen risikofrei modelliert, während die Anleihen des AA-gerateten Unternehmens einem Kreditrisiko unterliegen. Der Bestandswert wird damit durch die Maßnahme sinken, d.h. das Modell bewertet das Vorhaben negativ. Das Ergebnis der Analyse hängt hauptsächlich von der Prämisse ab, dass Staatsanleihen als risikofrei angesehen werden. Wenn man alternativ das JLT-Modell so kalibriert, dass auch Staatsanleihen einem Kreditrisiko unterliegen, wird aufgrund des schlechteren Ratings von Griechenland im Vergleich zu unserem Pharma-Unternehmen der Bestandswert nach Durchführung der Maßnahme steigen.

- e) (2 Punkte) Seit dem teilweisen Zahlungsausfall des griechischen Staates können auch europäische Staatsanleihen nicht ohne weiteres als risikofrei betrachtet werden. Andererseits stellt sich angesichts der Maßnahmen der EZB seit 2012 die Frage, ob die Risiken staatlicher Zahlungsausfälle nicht doch von europäischer Seite aufgefangen werden. Bei der Kreditrisikobewertung durch Unternehmen von Anleihen des „eigenen“ Staates spricht der folgende Sachverhalt für eine risikofreie Behandlung: Sollte der „eigene“ Staat ganz oder teilweise ausfallen, würde dieser seinen ortsansässigen Unternehmen Erleichterungen z.B. in Form von Bilanzhilfen gewähren.

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

Wir betrachten wieder das Unternehmen CERA-Life AG wie unter Aufgabe 1 beschrieben. Wie bereits oben erwähnt bestehen Bestand und Neugeschäft ausschließlich aus aufgeschobenen und laufenden Rentenversicherungen. Es handelt sich um überschussberechtignte Produkte mit garantierten Rentenhöhen. Der Fokus liegt dabei auf staatlich geförderten Produkten der Altersvorsorge. Die Produkte werden ausschließlich über gebundene Vermittler vertrieben. Das Unternehmen verwaltet alle Versicherungsverträge in einem einheitlichen Bestandsführungssystem, das von einem externen Anbieter betrieben und weiterentwickelt wird.

Das Unternehmen soll einen ORSA-Bericht erstellen und dort die wesentlichen Risiken benennen und die Angemessenheit der Solvency II Standardformel beschreiben.

- a) (2 Punkte) Welchen versicherungstechnischen Risiken ist das Unternehmen vor allem ausgesetzt? Nennen Sie zwei und begründen Sie warum diese wesentlich sind.
- b) (6 Punkte) Für die zwei von Ihnen genannten Risiken aus Aufgabe a): Bewerten Sie die Angemessenheit der Annahmen in der Standard Formel kritisch.
- c) (8 Punkte) Beschreiben Sie für den Ansatz eines internen Modells die Modellierung der Langlebigkeit durch die vier im Kurs beschriebenen Komponenten des Risikotreibers. Beschreiben Sie zudem kurz die Kalibrierung der jeweiligen Komponente.
- d) (4 Punkte) Nennen Sie zwei Maßnahmen zur Reduktion des Langlebigkeitsrisikos und beschreiben Sie kurz deren Modellierung.

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

a) (2 Punkte) Die folgenden Risiken können genannt werden:

- i. Langlebigkeit: Durch Bestand hauptsächlich aus Rentenversicherungen mit garantierten Rentenhöhen ohne Risikoreduktionsmaßnahmen.
- ii. Storno: Aufgeschobene Renten können storniert werden. Damit entfallen zukünftige Erträge, was zu einer Storno-Belastung führen wird.
- iii. Kosten: Das Unternehmen hat eine starke Abhängigkeit von einem externen Anbieter, das Kostenrisiko ist damit schwer zu managen.

Hinweis. Nur zwei waren zu nennen.

b) (6 Punkte) Die folgende Einschätzung kann abgegeben werden:

- i. Langlebigkeit: Die Form der Standardformel (SF) Szenarios berücksichtigt nur das Irrtumsrisiko, langfristige Trendrisiken werden nicht angemessen abgebildet. Insbesondere die Einschätzung von sofort beginnenden und aufgeschobenen Renten mit langer Aufschiebzeit sollte deutlich unterschiedlich sein. Hat das Unternehmen eine unübliche Aufteilung von sofort beginnenden und aufgeschobenen Renten, ist die SF nicht angemessen. Bei einem Fokus auf sofort beginnenden Renten eher zu hohe Anforderung und bei einem Fokus auf aufgeschobene Renten eher zu niedrige.
- ii. Storno: Die Storno-Schocks sind in der SF sehr pauschal gewählt. Annahmen zum Kundenverhalten für das spezielle Kundensegment werden durch die pauschale

- Formel nicht angemessen abgebildet. Insbesondere bei staatlich geförderten Produkten können die Storno-Annahmen der SF zu konservativ sein. Zudem fehlen Annahmen zu finanzrationalem Verhalten (z.B. bei steigenden Zinsen und attraktiveren Konkurrenzprodukten, verschlechterndes volkswirtschaftlichem Umfeld und folgende Arbeitslosigkeit).
- iii. Kosten: Das Unternehmen hat eine starke Abhängigkeit von einem externen Anbieter, das Kostenrisiko ist damit schwer zu managen. Die Erhöhung des Kostensatzes und die Kosteninflation könnten daher als zu gering angenommen worden sein.

Hinweis. Nur zwei waren zu nennen.

c) (8 Punkte) Die folgenden Risikotreiber sollten beschrieben werden:

- i. Schwankung: Rein zufällige Schwankung der Sterblichkeit. Modelliert über die Gesamtschadenverteilung gegeben die Portfoliozusammensetzung und Best Estimate Annahmen, vereinfacht z.B. durch Normal- oder Lognormalverteilung und kalibriert über Momenten-Methode oder Maximum-Likelihood-Schätzer.
- ii. Katastrophe: Extreme Ereignisse die zu einer Reduktion der beobachteten Sterblichkeit führen und nicht durch reine Schwankungen ausreichend abgebildet werden können. Für Langlebigkeit nicht wesentlich und kann hier ignoriert werden.
- iii. Irrtum: Falsche Best Estimate Basistafel für die Sterbewahrscheinlichkeit entweder durch Schätzfehler oder falscher Modellierung des Bestands. Modelliert über Normal- oder Lognormalverteilung der Konfidenzbänder der Best Estimate Schätzer, kalibriert mit der tatsächlichen statistischen Schätzung und besser noch inklusive Experteneinschätzung des Modellfehlers.
- iv. Trend: Falsche Best Estimate Annahmen für die Trendentwicklung der Sterblichkeit. Modelliert über eine Irrfahrt (zufällige Trendänderung), ggf. mit Schwankung der Drift (Schätzfehler der Trendannahme), kalibriert über Bevölkerungsdaten, da voraussichtlich keine konsistenten Daten für eine ausreichend lange Zeitperiode zur Verfügung stehen, und ggf. Experteneinschätzungen.

d) (4 Punkte) (4 Punkte) Mögliche Maßnahmen sind unter anderem:

- i. Quote: Einzelvertragliche Modellierung der Reserveänderung und Zahlungen mit einer fixierten Quote.
- ii. Exzedent: Einzelvertragliche Modellierung der Reserveänderung und Zahlungen mit einer vertragsspezifischen Quote in Abhängigkeit von der garantierten Jahresrente.
- iii. Longevity Bond und Swap: Modellierung der Änderung der Reserven oder Cash Flows des Rentenportfolios und Abgleich über aus Absicherungsvertrag definiertem Index. Das Basisrisiko ist dabei ggf. gesondert zu berücksichtigen.
- iv. Reduktion der Garantien in den Produkten z.B. durch Festlegung des Rentenfaktors bei aufgeschobenen Renten erst zu Rentenbeginn.

Hinweis. Nur zwei waren zu nennen

Aufgabe 5. (20 Punkte) Versicherungstechnik Komposit.

Wichtiger Hinweis: Geben Sie die Ergebnisse gerundet in Mio. Euro mit einer Nachkommastelle an!

Sie arbeiten im Aktuariat der Feldafinger Brandkasse (FFBK) und werden von Ihrem Rückversicherungseinkauf gebeten, Auswirkungen aus zwei nichtproportionalen Rückversicherungsvarianten für die Sturmversicherung in der Sparte Wohngebäude (VGV) mit dem Standardformelansatz bzw. mit dem internen Modell zu bewerten.

Die Rückversicherungsvarianten lauten:

RV1: Selbstbehalt 5 Mio. Euro, Haftungsstrecke 100 Mio. Euro, beliebige freie Wiederauffüllungen

RV2: Selbstbehalt 10 Mio. Euro, Haftungsstrecke unbegrenzt, beliebige freie Wiederauffüllungen

- a) (13 Punkte) Aus der Standardformel erhalten Sie die folgende Übersicht im Hinblick auf den für das Jahr maximalen bzw. den auf das Jahr aggregierten Bruttoschaden aus Sturm der Sparte VGV.

Quantil	80,0%	90,0%	95,0%	98,0%	99,0%	99,5%	99,8%
maximaler Bruttoschaden	2,3	8,9	17,9	34,7	59,4	94,0	167,8
Bruttojahresgesamtschaden	2,7	10,8	22,0	42,4	68,8	103,7	173,6

Werte in Mio. Euro

- i) (4 Punkte) Skizzieren Sie die AEP- und die OEP-Kurve für den Bruttoschaden.
- ii) (4 Punkte) Berechnen Sie für RV1 bzw. RV2 den maximalen Nettoschaden pro Quantil gemäß der Tabelle und skizzieren Sie die jeweiligen OEP Kurven.
- iii) (5 Punkte) Nutzen Sie nun den Szenarioansatz aus der Standardformel, um auch den Netto-Jahresgesamtschaden für beide Rückversicherungsvarianten zur 200-Jahres Wiederkehrperiode zu bestimmen. Hier treffen jeweils zwei Ereignisse die FFBK.
- Szenario A: 80% und 40% des maximalen Bruttoschadens im 200jahres Ereignis
- Szenario B: 100% und 20% des maximalen Bruttoschadens im 200jahres Ereignis
- b) (5 Punkte) Die Rückversicherungsvarianten RV1 und RV2 wurden nun auch im Internen Modell gerechnet. Sie haben leider nur einen Auszug aus der Brutto Simulation (siehe Tabelle) und die Information, dass das 99,5% Quantil für den Netto-Jahresgesamtschaden basierend auf der Struktur RV1 durch den Pfad 4407 und basierend auf RV2 durch 9992 beschrieben wird.

Pfad	Event	Bruttoschaden
⋮	⋮	⋮
4407	1	1,2
4407	2	9,8
4407	3	2,2
4407	4	89,6
4407	5	7,8
⋮	⋮	⋮
9992	1	5,1
9992	2	11,7
9992	3	0,2
9992	4	9,6
⋮	⋮	⋮

Werte in Mio. Euro

Berechnen Sie jeweils den Netto-Jahresgesamtschaden zum 99,5% Quantil.

- c) (2 Punkte) Erläutern Sie kurz, warum es Unterschiede zwischen der Berechnung über die Standardformel (Aufgabenteil a) und der Berechnung über das Interne Modell (Aufgabenteil b) gibt und weshalb die Standardformel weniger geeignet für Ihre Auswertung ist.

Lösung zu Aufgabe 5. (20 Punkte) *Versicherungstechnische Risiken Komposit.*

a) (13 Punkte) Die Berechnungen gemäß der Standardformel gestalten sich wie folgt.

- i) (4 Punkte) Zunächst wird das Quantil $P(Y < S)$ in die Wiederkehrperiode N gemäß

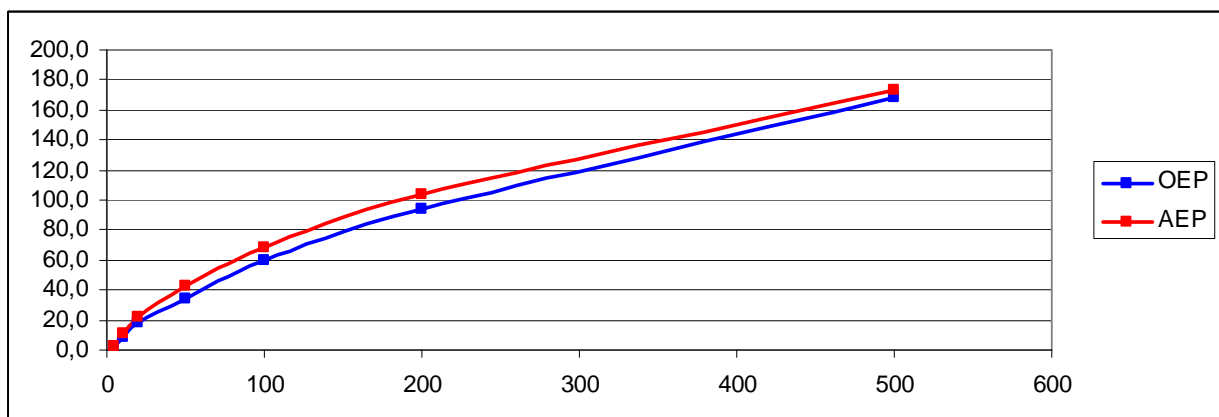
$$N = \frac{1}{1 - P(Y < S)}$$

umgerechnet und man erhält die folgende Tabelle

Wiederkehrperiode	5	10	20	50	100	200	500
OEP	2,3	8,9	17,9	34,7	59,4	94,0	167,8
AEP	2,7	10,8	22,0	42,4	68,8	103,7	173,6

Werte in Mio. Euro

und somit die folgenden Kurven



ii) (4 Punkte) Stellt man die Rückversicherungsstruktur als Funktion des Brutto-Einzelschadens dar, erkennt man, dass die Funktion monoton wachsend ist, wodurch sich die Reihenfolge der Einzelschäden nicht ändert. Daher geht die Netto OEP Kurve aus der Brutto OEP Kurve durch Anwendung der Rückversicherungsstruktur pro Wiederkehrperiode hervor:

$$\text{Nettoschaden} = \text{Bruttoschaden} - \min(\max(\text{Bruttoschaden} - \text{Selbstbehalt}; 0); \text{Haftungsstrecke})$$

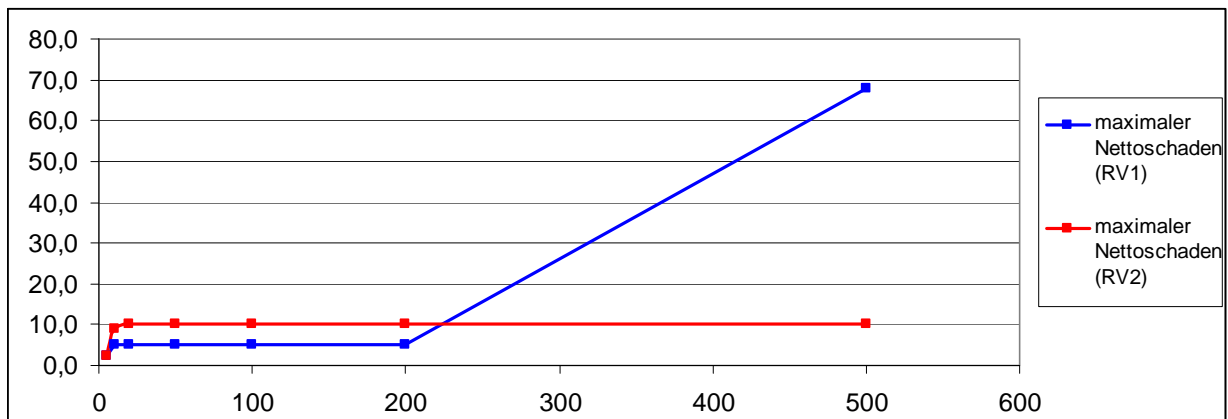
Bsp. für RV1, N=5: $\text{Nettoschaden} = 2,3 - \min(\max(2,3 - 5; 0); 100) = 2,3$

Man erhält die folgende Tabelle:

Wiederkehrperiode	5	10	20	50	100	200	500
maximaler Nettoschaden (RV1)	2,3	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	67,8
maximaler Nettoschaden (RV2)	2,3	8,9	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Werte in Mio. Euro

und somit die folgenden OEP Kurven:



iii) (5 Punkte) Um nun zum Jahresgesamtschaden (Netto) zu kommen, sollen die Szenarien für Sturm aus der Standardformel angewendet werden, d.h. das 200jahres Ereignis für den maximalen Bruttoschaden (hier 94,0 Mio. Euro) dient als Grundlage für die Mehrfachereignisse aus Szenario A bzw. B. Die Bruttoereignisse berechnen sich zu

Szenario	A		B	
	Anteil am Maximalschaden	80%	40%	100%
Bruttoereignis	75,2	37,6	94,0	18,8

Werte in Mio. Euro

Durch Anwendung der Rückversicherungsstrukturen erhält man folgende Nettoschäden:

Szenario	A			B		
	Anteil am Maximalschaden	80%	40%	Summe	100%	20%
RV1	5	5	10	5	5	10
RV2	10	10	20	10	10	20

Werte in Mio. Euro

Da in beiden Szenarien der Selbstbehalt das Netto bestimmt, kommt als maximaler Netto-Jahresgesamtschaden für RV1 10 Mio. Euro und für RV2 20 Mio. Euro heraus.

b) (5 Punkte) Die zedierten und die Netto-Schäden pro Event und Simulationspfad berechnen sich zu:

Pfad	Event	Bruttoschaden	zedierter Schaden	Nettoschaden
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
4407	1	1,2	0,0	1,2
4407	2	9,8	4,8	5,0
4407	3	2,2	0,0	2,2
4407	4	89,6	84,6	5,0
4407	5	7,8	2,8	5,0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9992	1	5,1	0,0	5,1
9992	2	11,7	1,7	10,0
9992	3	0,2	0,0	0,2
9992	4	9,6	0,0	9,6
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Werte in Mio. Euro

Über die RV1 erhält man also zur 200jahres Wiederkehrperiode einen Nettojahresgesamtschaden i.H.v. 18,4 Mio. Euro und für die RV2 einen Nettojahresgesamtschaden i.H.v. 24,9 Mio. Euro.

c) (2 Punkte) Sie erhalten folgende Werte für die Rückversicherungsabteilung:

Rückversicherungsvariante	Standardformel	Internes Modell
RV1	10,0	18,4
RV2	20,0	24,9

Werte in Mio. Euro

Die Differenz zwischen den Auswertungen gemäß Standardformel und dem internen Modell sind zum größten Teil darauf zurückzuführen, dass in der Berechnung über die Standardformel zwei Ereignisse zum Jahresgesamtschaden führen. Im internen Modell sind es im 99,5% Quantil 5 bzw. 4 Ereignisse, wodurch mehr als das Zweifache des Selbstbehalts im Netto bleibt. Die Rückversicherungsabteilung sollte sich daher eher auf die Ergebnisse aus dem internen Modell stützen.

Aufgabe 6. (20 Punkte) Konzentration von Risiken und Konzernmodelle.

Wir betrachten eine Versicherungsgruppe, bestehend aus der Holding *Hold*, der Lebensversicherung *MoreLife* sowie der Schaden/Unfallversicherung *LessLife*. Das Portfolio von *MoreLife* umfasst eine Vielzahl klassischer Lebens- und Rentenversicherungsprodukte, *LessLife* zeichnet die Sparten Kraftfahrt-Haftpflicht, Feuer im industriellen und gewerblichen Bereich, Berufshaftpflicht sowie industrielle Haftpflicht in den Bereichen Transport und Pharma, Betriebsunterbrechung, Technische Versicherung, Wohngebäude sowie Kreditversicherung. *Hold* zeichnet kein Versicherungsgeschäft und hat eine Beteiligung an der Krankenversicherung *Illnomore*.

a) (10 Punkte) Es ist eine Pandemie ausgebrochen. Bitte geben Sie für jede der drei Gesellschaften Beispiele an, wie sie von dieser Pandemie potenziell betroffen sein

können: 1 Beispiel für *MoreLife*, 4 Beispiele für *LessLife* und 1 Beispiel für *Hold*. Beschreiben Sie zusätzlich 4 Beispiele dafür, welche gruppenübergreifenden Auswirkungen auftreten können.

- b) (3 Punkte) Geben Sie die Definition von Fungibilität an und beschreiben Sie die Konzepte der Fungibilität sowie der Übertragbarkeit von Kapital auf Gruppenebene.
- c) (7 Punkte) Die Gruppe hat ihr SCR ermittelt. Für die einzelnen Gesellschaften im Sinne von Solvency II steht genügend Kapital zur Verfügung, auf Ebene der Gruppe ist dies teilweise nur eingeschränkt anrechenbar. Beschreiben Sie schrittweise das Vorgehen zur Ermittlung der Bedeckung, ausgehend von den für die Bedeckung der Gruppe zur Verfügung stehenden und den nicht zur Verfügung stehenden Eigenmitteln der Solo Gesellschaften sowie dem Gruppen- und den einzelnen Solo-SCR.

Lösung zu Aufgabe 6. (20 Punkte) Konzentration von Risiken und Konzernmodelle.

- a) (10 Punkte) Mögliche Auswirkungen der Pandemie sind wie folgt.

(1 Punkt) *MoreLife*:

- Erhöhte Anzahl der Todesfälle von Versicherten sowohl in der Lebens- als auch Rentenversicherung

(4 Punkte) *LessLife*:

- Schadenfälle in der Betriebsunterbrechung, da einige Unternehmen ihren Geschäftsbetrieb nicht aufrechterhalten können (z.B. ausgelöst durch Sperrung von Flughäfen)
- Schadenfälle in der Berufshaftpflicht durch von der Pandemie betroffene Versicherte z.B. bei Fehldiagnosen und Fehlbehandlungen durch Ärzte
- Schadenfälle in der Kreditversicherung durch Insolvenzen stark betroffener Betriebe
- Schadenfälle in der industriellen Haftpflichtversicherung dadurch, dass auf Grund massiver Mitarbeiterengpässe (ausgelöst durch die Pandemie) fehlerhafte Produkte produziert / ausgeliefert wurden
- Schadenfälle in der Pharma Haftpflicht, nachdem Pharmaunternehmen mit der Erstellung von Impfmitteln beauftragt wurden und es anschließend zu Klagen wegen Nebenwirkungen der Impfstoffe kam.

(1 Punkt) *Hold*:

- Verlust im Wert der Beteiligung an *Illnomore* (für den Fall dass die Krankenversicherung stark betroffen ist durch eine hohe Anzahl von Krankheitsfällen mit entsprechenden Leistungen)

(4 Punkte) *Gruppenübergreifende Auswirkungen*:

- Betroffene Mitarbeiter der Gesellschaften
- Verlust im Marktwert von Aktien dadurch, dass Konsumenten betroffen sind und die Konsumnachfrage nachlässt.

- Unter Umständen Ausfall von Krediten an betroffene Unternehmen / Personen
- Unter Umständen positive Auswirkung auf Pharma Aktien im Portfolio

Hinweis: Es war jeweils die der Aufgabe entsprechende Anzahl von Beispielen zu nennen.

b) (3 Punkte) Die Konzepte Fungibilität und Übertragbarkeit von Kapital sind wie folgt.

Definition Fungibilität: Bei Kapital beschreibt Fungibilität, wie leicht es frei verfügbar ist und die dazugehörigen Anlagen wertgleich umgewandelt werden können.

Fungibilität auf Gruppenebene bedeutet, dass Eigenmittel jeden Verlust innerhalb der Gruppe ausgleichen können, unabhängig davon, in welchem Unternehmen das Kapital gehalten wird oder wo die Verbindlichkeiten auftreten (unter Einhaltung der lokalen gesetzlichen und aufsichtsrechtlichen Regelungen). Somit sind solche fungiblen Eigenmittel nicht zweckgebunden. Die Fungibilität auf Solo-Ebene impliziert nicht automatisch die Fungibilität auf Gruppen-Ebene.

Übertragbarkeit bezieht sich auf die Möglichkeit, Eigenmittel innerhalb der Gruppe von einem Unternehmen zu einem anderen zu übertragen. Diese Übertragbarkeit führt dazu, dass die Eigenmittel eines Unternehmens ansteigen bzw. abnehmen, ohne dass sich die gruppeneigenen Mittel verändern, abgesehen von den möglichen Transferkosten.

c) (7 Punkte)

Die folgenden Schritte müssen zur Ermittlung der Bedeckung der Gruppe durchgeführt werden (nicht notwendigerweise in der angegebenen Reihenfolge):

- i. Identifikation der Eigenmittel der Solo Gesellschaften
- ii. Überprüfung auf Fungibilität und Übertragbarkeit dieser Eigenmittel
- iii. Vermeidung der Doppelzählung von Eigenmitteln durch Abzug des Wertes der verbundenen Versicherungsunternehmen von den aggregierten, anrechnungsfähigen Eigenmitteln der Gruppe
- iv. Bewertung der Beiträge jedes Unternehmens zum SCR der Gruppe ausgehend von den Solo-SCR (z.B. durch proportionale Aufteilung des Diversifikationseffektes)
- v. Die Eigenmittel einer Solo Gesellschaft zur Abdeckung des Gruppen-SCR werden berechnet durch Abzug der überschüssigen für die Gruppe nicht anrechnungsfähigen Eigenmittel über den eigenen Beitrag zum Gruppen-SCR hinaus (siehe Schritt iv.).
- vi. Konsolidierung der Solvency II Solo-Bilanzen entsprechend den Solvency II Regeln
- vii. Die bereitgestellten Eigenmittel zur Bedeckung des Gruppen-SCR müssen die entsprechenden Klassen-Grenzen („tier limits“) einhalten, um für die Bedeckung geeignet zu sein.

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

October 17, 2014

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. (20 points) *Strategic Risk, Reputational Risk, Market Risk.*

CERA-Life PLC is a life insurer operating within the European Union. New business as well as business in force consists exclusively of pensions and annuities. The business consists only of with-profit policies with guaranteed annuity rates. CERA-Life PLC focuses on government-sponsored retirement products. Distribution is done exclusively via tied agents. All insurance policies are administrated within a single IT-system, operated and developed by an external provider. CERA-Life PLC's investments are 50% in government bonds (USA, UK and Euro zone), 10% in equities (EURO STOXX 50) and 40 % in European corporate bonds.

- a) (4 points) A systematic risk (do not mistake for systemic risk / implementation risk within the context of modelling) is a risk, the company is exposed to, where the realization cannot be influenced by the company. A company-specific risk is a risk where the company can influence the probability of occurrence by management decisions. Give for CERA-Life PLC one systematic as well as one company-specific
 - i. strategic risk and
 - ii. reputational risk.
- b) (4 points) Assess one of your given reputational risks of CERA-Life PLC via a multi-year scenario analysis. Therefore describe the considered scenario precisely and give two key figures that can be analyzed via the scenario analysis.

- c) (2 points) Solvency II has a one-year horizon for risk analyses. How can the effects of an incurred reputational damage that materialise in the course of several years, can be taken account for within one-year risk-capital calculations? Give two examples.
- d) (2 points) Give the definition of market risk according to the Solvency II framework directive.
- e) (2 points) Describe the problems encountered when distinguishing between market risk and credit risk with the help of a concrete example for CERA-Life PLC.
- f) (3 points) Give two market risks out of the Solvency II decision tree CERA-Life PLC is exposed two. For each of the risks give an example of how to reduce the risk.
- g) (3 points) What is meant by liquidity risk? How do you assess this risk for CERA-Life PLC? Why is the liquidity risk ignored within pillar 1 of Solvency II?

Model Answer to Problem 1. (20 points) *Strategic Risk, Reputational Risk, Market Risk.*

- a) (4 points) The following examples for systematic or company-specific risks could be given:
 - i. Strategic Risk.

Systematic: Government can reduce or stop the sponsoring of retirement products. In this case CERA-Life PLC loses the fundament of its business.

Company-specific: The outsourcing of the IT-system to an external provider is a strategic decision. In case of default or service-problems of the external provider, CERA-Life PLC will suffer a material financial damage.
 - ii. Reputational Risk.

Systematic: The risk of a bad reputation of the entire life-insurance industry will also have a negative impact on lapse rates or new business of CERA-Life PLC.

Company-specific: A lowering of bonus-rates of CERA-Life PLC against the market trend (e.g., due to investment losses) afflicts the reputation of the company (but not of the market).
- b) (4 points) A reputational risk (e.g., due to the lowering of bonus rates against the market trend) influences customer behavior as well as the behavior of sales forces. Therefore a scenario with reduced new business (e.g., reduced by half) over a given time period (e.g., 10 years) and increased lapse-rates (e.g., 3 percentage points p.a.) could be appropriate. The following key figures could be analyzed: Gross written premiums, New Business Values, Embedded Values, acquisition costs, annual net income, etc.
- c) (2 points) Reduced new business as well as increased lapse rates due to a reputational damage will only incur in the course of several years. Nevertheless, the consequences can be considered within a one-year risk capital calculation. Within an economic valuation of insurance liabilities assumptions have to be made concerning future lapse rates (within the projection period). Here increased lapse rates could be assumed. Alike reduced new business will increase cost ratios (due to fixed costs being allotted to less business in force). This has to be respected within the economic valuation.

- d) (2 points) Market risk means the risk of loss or of adverse change in the financial situation resulting, directly or indirectly, from fluctuations in the level and in the volatility of market prices of assets, liabilities and financial instruments.
- e) (2 points) We take, as an example, a corporate bond. If the issuing company suffers serious financial problems, we will first observe a widening of the credit spread of the bond. This spread risk, however, is part of the market risk. In the sequel the valuation of the companies' credit-worthiness will change (e.g., by a rating-agency or by an internal analysis of CERA-Life). Then the loss of market value is a consequence of the downgrade and must so be seen as the incurrence of a credit risk.
- f) (2 points) The following risks and ways of reduction can be given:
 - i. Equity risk – Reduction via put-options or other risk-reducing derivatives
 - ii. Interest rate risk – Reduction via an assimilation of terms of liabilities and fixed-income assets.
 - iii. Currency risk (esp. concerning the foreign government bonds) – Reduction via currency swaps

Note. Candidates were only asked for two examples.

(2 points) Liquidity risk denotes the risk of a company being unable to meet its financial obligations when they fall due because of a lack of marketability of investments. For CERA-Life this risk is subordinate, since the investments of CERA-Life, e.g., government bonds or equities can be liquidated within days. Within pillar 1 of Solvency II liquidity risk is ignored, because liquidity problems cannot be solved by holding additional solvency capital (since this capital also could be invested in illiquid assets). Therefore the liquidity risk must be managed in the context of pillar 2.

Problem 2 (20 Points) Interest rate risks.

We consider the insurer CERA Life as in Problem 1. As has been mentioned above, its in-force portfolio and new business consist of deferred annuities and annuities in payment. These are with-profits products with guaranteed minimal annuity payments. The asset portfolio of CERA Life consists of government bonds (USA, UK, Euro zone, 50% in total), equities (EURO STOXX 50 companies, 10% in total), and European corporate bonds (40% in total).

- a) (5 Points) Please decide whether the following statements hold true and explain why or why not:
 - i. (2 Points) If the risk-free rates declined to 0% flat, this would be positive for CERA Life because of rising bond prices.
 - ii. (3 Points) If the risk-free rates rose to 10% flat, this would definitely be positive for CERA Life.
- b) (2 Points) Your boss believes in the proxy modeling technique Least Squares Monte Carlo (LSMC), according to which the liabilities of the insurer are represented by a polynomial function of risk drivers such as equity index, lapse etc. In order to reflect the long-term nature

of CERA Life's business, your boss proposes to consider interest rates for each term to maturity between 1 and 60 years as separate variables for the polynomial. Please position yourself in favor or against his proposal and explain your position.

- c) (10 Points) Your new colleague has attended a lecture about Principal Component Analysis (PCA) and would like to apply this technique to the modeling of interest rate risks. Please decide for each of the following statements whether they are true or false, and support your respective points of view by suitable arguments:
- i. (2 Points) PCA uses methods of Linear Algebra.
 - ii. (3 Points) PCA can provide adequate economic interpretation for 90%-99% (depending on the economy) of conceivable interest rate moves.
 - iii. (2 Points) It is possible to carry out reasonable interest rate modeling by using the first four principal components.
 - iv. (3 Points) An application of PCA onto historical interest rates as of the crisis year 2008 would not work well, as it would lead to complex eigenvalues which then could not be ranked.
- d) (3 Points) Your boss was pleased with you a couple of years ago as you had introduced the Cox-Ingersoll-Ross (CIR) model for the purposes of interest rate modeling. Recently, he criticized you for using this model. Please comment as to whether the criticism of your boss was justified.

Model Answer to Problem 2 (20 Points) *Interest rate risks*

- a) (5 Points) The following comments to the statements listed above can be made:
- i. (2 Points) Indeed, the bond prices would rise in such a scenario. However, this would not be a good scenario for CERA Life. The duration of CERA Life's liabilities (annuities) will be much higher than the duration of its assets. Hence, in such a scenario the economic value of liabilities would rise more markedly than the economic value of assets. In total, this would lead to a decline of economic capital. In a 0% scenario, the insurer could hardly earn the guaranteed interest rates. Hence, the statement is **false**.
 - ii. (3 Points) This statement is **false**. On one hand, it would be easier to meet the interest rate guarantees in a 10% flat scenario. On the other hand, it would be important how (e.g. how fast) the interest rates would rise - the question would be whether the insurer could react to the interest rate rise by a commensurate increase of its bonus rates. If CERA Life couldn't significantly increase its bonus rates, then there would be a danger of mass lapses – at least, if its competitors were offering more competitive rates. Hence, one cannot claim that a rise of interest rates to 10% would necessarily be positive for CERA Life.
- b) (2 Points) **Against** the use of 60 interest rates as explanatory variables for LSMC purposes:
- Interest rates for different terms to maturity are highly correlated. Hence they should not be simultaneously used as explanatory variables.

- Such an approach would lead to a very high dimensionality of the problem. This could increase the runtime of LSMC calibrations significantly.
- c) (10 Points) The following can be said about the statements listed:
- i. (2 Points) This statement is **true**. PCA makes use of eigenvalues and eigenvectors.
 - ii. (3 Points) This statement is **false**. In interest rate modelling, the first three principal components typically feature an explained variance of 90%-99%. However, this does not say anything about the economic interpretation of principal components, which can be quite challenging.
 - iii. (2 Points) This statement is **true** – albeit one would often use just three or even two principal components.
 - iv. (3 Points) This statement is **false**. Covariance matrices are always symmetric. Hence, according to Linear Algebra, their eigenvalues are always real.
- d) (3 Points) The criticism of your boss was **justified**. In the past, the CIR model had been acclaimed for avoiding negative interest rates. However, such rates do occur in reality now, e.g. in the Euro zone. Hence, the former strength of the CIR model has become its weakness.

Problem 3. (20 points) Credit Risk.

Again we consider CERA-Life PLC, the life insurer operating within the European Union with new business as well as business in force consisting exclusively of pensions and annuities. CERA-Life PLC's investments are 50% in government bonds (USA, UK and Euro zone), 10% in equities (EURO STOXX 50) and 40 % in European corporate bonds.

At the last valuation date, CERA-Life PLC showed the following assets on its economic balance sheet (values in € m):

Government bonds	500
France	150
Spain	150
Greece	100
UK	50
US	50
European corporate bonds	400
AAA	50
AA	100
A	120
BBB	130
Equity	100
Total	1000

- a) (1 point) Please describe the definition of credit risk according to MaRisk (VA).
- b) (3 points) Please explain the three main components of credit risk.
- c) (9 points) Calculation of credit risk according to the standard formula under Solvency II:
- (4 points) Please explain briefly the modeling of spread risk and default risk according to the standard formula under Solvency II. Please explain in particular the respective methods and for each of the two risks, name three asset classes subject to it.
 - (3 points) A young colleague of yours has calculated the gross spread risk of CERA-Life PLC by applying the following table to the average duration of each rating class (15 for AAA, 10 for AA and A, 5 for BBB; measures as modified durations):

in %		Credit quality							
		0	1	2	3	4	5	6	n/a
<i>d</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	4,5	5,5	7	12,5	22,5	37,5	37,5	15
	10	7,15	8,4	10,5	20	35,05	58,5	58,5	23,4
	15	9,65	10,9	13	25	44,05	61	61	29,2
	20	12,15	13,4	15,5	30	46,55	63,5	63,5	35

Which gross SCR for spread risk does he obtain? Which error does he make?

- (2 points) An experienced colleague of yours observes that the calculation of credit risk according to the standard formula is incomplete since you have not taken into account that all AAA-rated corporate bonds have the company Securitas Ltd. as their counterparty. Based on this additional information, please determine the SCR for this concentration risk by using the following two tables:

weighted average credit quality	0	1	2	3	4	5	6
threshold CT_i , in %	3	3	3	1.5	1.5	1.5	1.5

weighted average credit quality	0	1	2	3	4	5	6
risk factor g_i , in %	12	12	21	27	73	73	73

- d) (5 points) We now consider the modeling of credit risk of bonds in stochastic projection models used for the calculation of the economic balance sheet. For doing so, we assume that government bonds are risk-free, whereas corporate bonds are subject to credit risk.
- (2 points) Please describe briefly the Jarrow-Lando-Turnbull (JLT) method for modeling credit risk in stochastic corporate models.
 - (3 points) CERA-Life PLC's investment committee discusses the following action intended to be implemented as of December 31st 2014: The Greek bonds in the portfolio shall be sold and reinvested in AA rated bonds of a German pharmaceutical

- company. The impact of this measure on CERA-Life PLC's PVFP shall be quantified by using the stochastic projection model based on the JLT method. The result of the analysis shall be taken into account for the final decision on the action. Please explain which result you expect from this analysis and what you think about it, including the reasons for your conclusions. Please suggest an alternative analysis for the assessment of the action under discussion.
- e) (2 points) Currently there is a discussion on European level on whether to maintain the risk free modeling of government bonds. Please discuss this question including Pros and Cons, considering in particular European government bonds denoted in the currency of the home country and valued on the economic balance sheets of insurance companies with headquarters in this country.

Model Answer to Problem 3. (20 points) Credit Risk.

- a) (1 point) Definition of credit risk according to MaRisk (VA):

According to MaRisk (VA), Credit Risk means the risk arising from default or because of a change in the creditworthiness or the valuation of creditworthiness (credit-spread) of issuers of securities, counterparties and other debtors to which the company is exposed.

Remark: Definition of credit risk according to the Solvency II framework directive:

Credit Risk (means) the risk of loss or of adverse change in the financial situation, resulting from fluctuations in the credit standing of issuers of securities, counterparties and any debtors to which insurance and reinsurance undertakings are exposed, in the form of counterparty default risk, or spread risk, or market risk concentrations.

- b) (3 points) The three main components of credit risk are the following:

Default risk denotes the complete or partial default of a counterparty, i.e., that party's potential inability to make agreed payments

Migration risk only affects assets that have a rating and includes potential changes in the prices of these assets owing to rating changes, i.e., deterioration of the credit rating of the issuer.

Spread risk comprises changes in the spread and related falls in asset prices arising from higher risk premiums called for by the market (i.e., changes to the valuation of the credit rating of issuers of securities, increased spread while the credit rating remains the same).

- c) (9 points) Calculation of credit risk according to the standard formula:

- i. (4 points) Description of the spread and counterparty default modules:

(2 points) The spread risk module according to the standard formula of Solvency II includes the sensitivity of the values of assets, liabilities and financial instruments to changes in the level or in the volatility of credit spreads over the risk-free interest rate term structure. There, capital charges for bonds, loans, loan securitisations and credit derivatives are determined with a factor-based approach according to a pre-determined technical specification. For bonds and loans, e.g., the gross capital charge

of an asset is determined as a factor depending on its credit quality and modified duration. The spread risk factors given also implicitly represent the default and migration risk that is proportionately responsible for the spread widening.

(2 points) The default risk module includes credit risks not covered by the spread risk module. Depending on the type of receivable, default risks are divided into two categories: Type 1 (the counterparty has a rating) and Type 2 (the counterparty does not have a rating). Type 1 comprises reinsurance arrangements, cash deposits at banks and counterparty of derivatives, whereas type 2 covers receivables from third parties (e.g., intermediaries, policyholders), policy loans and mortgage loans (under restrictive conditions, otherwise considered in the spread module). The calculated capital charges also cover implicitly the other aspects of credit risk.

- ii. (3 points) According to the table given in the exercise, the following capital charges are calculated for the spread risk of CERA-Life PLC's corporate bond portfolio:

Rating	Ec. Value	Duration	Factor	Capital charge
AAA	50	15	0.0965	4.8
AA	100	10	0.084	8.4
A	120	10	0.105	12.6
BBB	130	5	0.125	16.3
Total	400.0			42.1

Since the capital charges have been determined by rating class and not on an individual security basis, the calculation above is less precise than the required procedure.

- iii. (2 points) The bonds exposure of Securitas Ltd. amounts to 5% of the portfolio (in terms of market value) and hence exceeds the concentration threshold of 3%. According to the table provided the exceeding €20 m are subject to a capital charge of 12%, leading to a risk capital requirement of €2,4 m.

- d) (5 points) Modeling of credit risk of corporate bonds in projection models:

- i. (2 points) The JLT method for the modeling of credit risk of corporate bonds in stochastic projection tools is based on an explicit modeling of rating classes with probabilities of default and migration. Transitions between rating classes are described by a stochastic risk-neutral transition matrix Q which depends on the year and the scenario.
- ii. (3 points) According to the assumptions of this exercise, government bonds are modeled as risk-free also in stochastic projection models, whereas the bonds of the AA rated pharmaceutical company are subject to credit risk. Hence the PVFP will decrease when implementing the transaction with the model assigning a negative impact to it. The result of this analysis mainly depends on the assumption that government bonds are considered as risk-free. If we calibrate the JLT model differently such that also government bonds are subject to credit risk, the PVFP will grow after the transaction due to the lower rating of Greece compared to the pharmaceutical company.

- e) (2 points) Since the partial default of the Greek state government bonds cannot be considered as risk free without further ado. On the other hand, in view of the measures taken by ECB since

2012 one could argue that risks from government defaults would be absorbed on European level. When companies assess credit risks of government bonds from their “own” country, the following argument is in favour of a risk-free approach: If the “own” country is unable to meet its payment commitments, the state would grant alleviations to the local companies, e.g. concerning impairment rules or other measures affecting the balance sheets.

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

We consider the insurer CERA Life PLC as in Problem 1. As has been mentioned above, its in-force portfolio and new business consist of deferred annuities and annuities in payment. These are with-profits products with guaranteed minimal annuity payments. The focus lies on government-sponsored retirement products. The products are exclusively distributed via tied agents. All insurance policies are administrated within a single IT-system, operated and developed by an external provider.

The insurer has to set up an ORSA report where the material risks have to be listed and their adequate representation by the Solvency II standard formula assessed.

- a) (2 Points) What are the main underwriting risks the insurer is exposed to? Please specify two and argue why they are material.
- b) (6 Points) For the two risks named in part a), please discerningly assess the adequacy of the assumptions of the standard formula.
- c) (8 Points) Please describe the approach of setting up an internal model by using the four components of the risk driver as proposed in the seminar for longevity risk. Please also briefly describe how these components can be calibrated.
- d) (4 Points) Please specify two measures to reduce longevity risk and describe how to reflect these measures in the model.

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

- a) (2 Points) The following risks could be named:
 - i. Longevity: The portfolio mainly consists of annuity products with guaranteed annuity payouts and without any further risk mitigation on this risk.
 - ii. Lapse: Deferred annuities can be lapsed. Thereby reduced future profits lead to a surrender strain.
 - iii. Expense: The insurer is dependent on an external software provider. The expense risk is therefore difficult to manage.

Remark: Only two were required.

- b) (6 Points) The following assessment could be given:

- Longevity: The structure of the standard formula focusses on the error / estimation risk, long-term trend risks are not adequately reflected. Especially, the longevity risk for immediate and deferred annuities should be quite different. Does the insurer's portfolio feature an untypical distribution of immediate and deferred annuities, the standard formula is not adequate. With a focus on immediate annuities, e.g., the standard formula rather has too high requirements and vice versa.
- Lapse: The lapse shocks of the standard formula are rather unspecific. Assumptions on customer behavior for this specific segment are not adequately reflected. Especially government-sponsored products will feature a very different lapse behavior than other products, the standard formula might be too conservative. Generally, the standard formula does not reflect financial rational behavior of the customers (e.g. increasing interest rates and more attractive products of the peers, worsening economic environment and thus increasing unemployment).
- Expense: The insurer has to rely heavily on an external provider. The expense risk is therefore very difficult to manage. The expense scenario could be modelled in the standard formula too positively, both for the shock and the inflation.

Remark: Only two were required.

c) (8 Points) The following risk components should be described:

- i. Random fluctuations: Purely random fluctuations of mortality rates. Modelled based on the total loss distribution of the portfolio and the best estimate assumptions. Simplified approach calibrated on normal or lognormal distribution on the total loss distribution using method of moments or maximum likelihood estimators.
- ii. Catastrophe: Extreme events leading to a reduction of the observed mortality rate. Not relevant for longevity and can be ignored for this risk.
- iii. Error: Wrong assumption used as a best estimate for mortality rates, either due to estimation error or false reflecting the portfolio. Modelled based normally distributed confidence bands of the estimation error, calibrated on the statistical error of the estimation or even better also including expert judgment of the model error.
- iv. Trend: Wrong assumption used as the trend / drift for mortality rates. Modelled by a random walk (random change of the trend) including also change of the drift (estimation error of the trend), calibrated based on census data and interpreted adequately for the portfolio, since typically for the portfolio no adequate consistent time series will be available.

d) (4 Points) Possible measure could for instance be:

- i. Quota share reinsurance: Modelling of reserves and cash flows on a single contract basis with a constant quota share.
- ii. Surplus reinsurance: Modelling of reserves and cash flows on a single contract basis with a quota share depending on the annual guaranteed annuity payment.
- iii. Longevity Bond and Swap: Modelling of reserves and cash flows of the total portfolio and considering the payout of the bond or swap typically based on an index. Basis risk has to be modelled explicitly.

- iv. Reduction of guarantees in the products, e.g., by only defining the annuity factor at the beginning of the payout phase of the contracts.

Remark: Only two were required.

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

Important note: Please specify the result in million euro rounded to one decimal place!

You are working at Feldafinger Brandkasse's (FFBK) actuarial department and you are asked by FFBK's reinsurance department to evaluate the effects of two different non-proportional reinsurance treaties. Both cover the risk of wind storm losses in the line of business (lob) 'Comprehensive Building'. You decide to use both the standard formula approach and the company's Internal Model.

The reinsurance variants are:

RI1: Retention 5 million euro, limit 100 million euro, unlimited free reinstatements

RI2: Retention 10 million euro, unlimited limit, unlimited free reinstatements

- a) (13 Points) By using the standard formula approach you get the following table showing the largest yearly event gross loss (maximum) and the yearly aggregate gross loss in the lob 'Comprehensive Building' for the peril wind storm.

quantile	80.0%	90.0%	95.0%	98.0%	99.0%	99.5%	99.8%
maximum gross loss	2.3	8.9	17.9	34.7	59.4	94.0	167.8
aggregate gross loss	2.7	10.8	22.0	42.4	68.8	103.7	173.6

figures in million euro

- i) (4 Points) Sketch the AEP- and the OEP-curve for the gross loss.
- ii) (4 Points) Calculate for RI1 and RI2 the maximum net loss for each quantile declared in the table and sketch each OEP curve.
- iii) (5 Points) Use the scenario approach from the standard formula to get the aggregate net loss for each reinsurance variant to the 200 year return period. Assume that for each of these scenarios two events affect the FFBK.
- Scenario A: 80% and 40% of the maximum gross loss in the 200 year event.
- Scenario B: 100% and 20% of the maximum gross loss in the 200 year event.
- b) (5 Points) Now the reinsurance variants RI1 and RI2 were also calculated with the internal model. You only have a sample of the gross simulation (see table) and the information that the 99.5% quantile for the aggregated net loss based on the structure RI1 is given by the path 4407 and on the structure RI2 is given by the path 9992.

path	event	gross loss
⋮	⋮	⋮
4407	1	1.2
4407	2	9.8
4407	3	2.2
4407	4	89.6
4407	5	7.8
⋮	⋮	⋮
9992	1	5.1
9992	2	11.7
9992	3	0.2
9992	4	9.6
⋮	⋮	⋮

figures in million euro

Calculate the aggregate net loss to the 99.5% quantile.

- c) (2 Points) Shortly describe why there is a difference between the calculation with the standard formula approach (part a) and the calculation with the internal model (part b) and why the standard formula approach is less adequate than the internal model calculation for your analysis.

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

a) (13 Points) The calculation corresponding to the standard formula is:

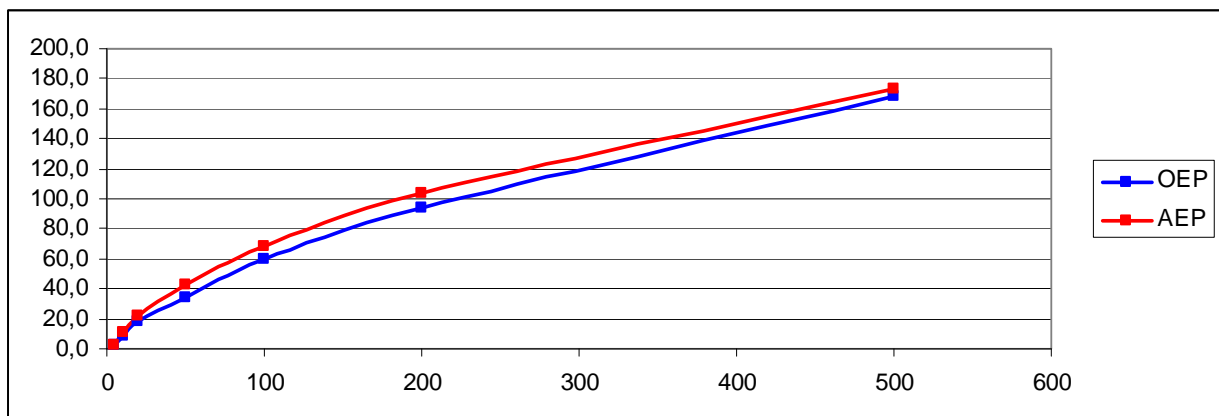
- i) (4 Points) First of all we calculate the quantile $P(Y < S)$ to the return period N with the

formula $N = \frac{1}{1 - P(Y < S)}$ and receive

return period	5	10	20	50	100	200	500
OEP	2.3	8.9	17.9	34.7	59.4	94.0	167.8
AEP	2.7	10.8	22.0	42.4	68.8	103.7	173.6

figures in million euro

and therefore the following curves



ii) (4 Points) If we regard the reinsurance structure as a function of the gross loss, we will see that this function is monotonic increasing and doesn't change the order of the single losses. Therefore the net OEP curve can be calculated from the gross OEP curve by applying the reinsurance structure to each return period.

$$\text{net loss} = \text{gross loss} - \min(\max(\text{gross loss} - \text{retention}, 0), \text{limit})$$

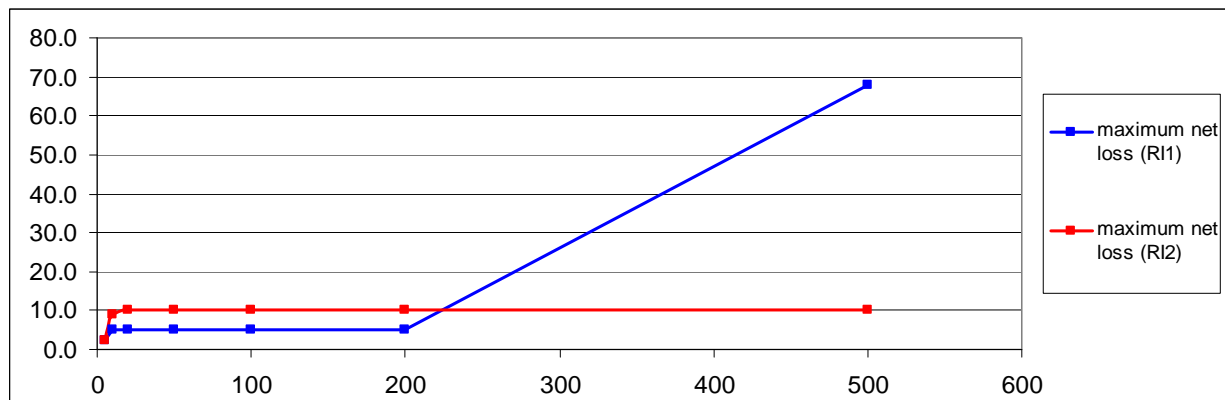
Example for RI1, N=5: net loss = 2.3 – min(max(2.3 – 5, 0), 100)=2.3

We get the following table:

return period	5	10	20	50	100	200	500
maximum net loss (RI1)	2.3	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	67.8
maximum net loss (RI2)	2.3	8.9	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0

figures in million euro

and therefore the following OEP curve:



iii) (5 Points) To get the aggregate loss (net) we have to apply the scenarios for wind storm from the standard formula approach. This means the 200 year event for the maximum gross loss (here 94.0 million Euro) is the basis for the multiple events per year from scenario A and B. The gross loss from these events are calculated as

scenario	A		B	
	share of the maximum loss	80%	40%	100%
gross loss	75.2	37.6	94.0	18.8

figures in million euro

Applying the reinsurance structure, we get the following net losses:

scenario	A			B		
	share of the maximum loss	80%	40%	sum	100%	20%
RI1	5	5	10	5	5	10
RI2	10	10	20	10	10	20

figures in million euro

Since the retention determines in both scenarios the net result, the maximum aggregate net loss for RI1 is 10 million euro and for RI2 20 million euro.

b) (5 Points) The ceded and the net losses per event and simulation path are calculated as:

path	event	gross loss	ceded loss	net loss
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
4407	1	1.2	0.0	1.2
4407	2	9.8	4.8	5.0
4407	3	2.2	0.0	2.2
4407	4	89.6	84.6	5.0
4407	5	7.8	2.8	5.0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
9992	1	5.1	0.0	5.1
9992	2	11.7	1.7	10.0
9992	3	0.2	0.0	0.2
9992	4	9.6	0.0	9.6
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

figures in million euro

With the structure R11 we receive for the 200 year return period an aggregate net loss of 18.4 million euro and with the structure R12 an aggregate net loss of 24.9 million euro.

c) (2 Points) You get the following figures for the reinsurance department:

reinsurance variant	standard formula	internal model
R11	10.0	18.4
R12	20.0	24.9

figures in million euro

The biggest difference between the analysis using the standard formula approach and the analysis using the internal model is the calculation of the net loss in the standard formula approach with two events. In the internal model we have for the 99.5% quantile 4-5 events and therefore more than two times the deductibles of the reinsurance structure remain in the net. The reinsurance department should rather rely on the results of the internal model.

Problem 6. (20 Points) Concentration of Risks and Group Models.

Now, we analyze an insurance group with the following entities: A holding company *Hold*, a life insurer *MoreLife* and a Non-Life insurer *LessLife*. The portfolio of *MoreLife* comprises a broad mixture of classical life and annuity insurance products. *LessLife* writes the lines of business motor third party liability, fire for industrial and commercial clients, professional liability, industrial liability for transport and pharmaceutical business, business interruption insurance, engineering, buildings as well as credit insurance. *Hold* does not write any insurance business, however has a participation in the health insurer *Illnomore*.

- a) (10 Points) A pandemic has broken out. Please give examples for each of the entities of the group of how they could possibly be affected by the pandemic: 1 example for *MoreLife*, 4 examples for *LessLife* and 1 example for *Hold*. Additionally, describe 4 examples of potential group wide impacts.

- b) (3 Points) Define the notion fungibility and describe the concepts of fungibility as well as transferability of capital from a group perspective.
- c) (7 Points) The group has estimated its SCR. All solo entities have sufficient capital, but the respective availability for the group is restricted. Please specify the steps that are necessary for the evaluation of the amount of available own funds for the SCR coverage, starting with the own funds available for group coverage and not available own funds of the solo entities as well as with the Group SCR and the single solo SCRs.

Model Answer to Problem 6. (20 Points) Concentration of Risks and Group Models.

- a) (10 Points) Examples could be:

(1 Point) *MoreLife*:

- Increasing number of death cases both for the life and annuity insurance

(4 Points) *LessLife*:

- Claims in business interruption, since some companies are not able to continue with their business (e.g. triggered by closing of airports)
- Claims in professional liability by insureds directly affected by the pandemic, e.g. diagnostic errors or medical malpractice
- Claims in credit insurance, triggered by insolvencies of companies that were heavily hit by the pandemic
- Claims in general liability triggered by the delivery of faulty products by companies that delivered despite a massive shortage of employees (due to the pandemic)
- Claims in pharmaceutical liability after a company had been assigned to produce vaccines and after delivery it came to lawsuits due to side effects of the vaccines

(1 Point) *Hold*:

- Financial loss due to a decrease of the value of the participation in *Illnomore* (in the case that the Health insurer is heavily affected by a large number of ill insureds)

(4 Points) *Group wide impacts*:

- Affected employees of the entities
- Loss in market values of shares, since consumers are affected and the consumer demand decreases
- Potentially default of credits granted to affected companies / persons
- Potentially positive impact on pharma shares in the investment portfolio

Remark: For the answer it suffices to give the number of examples according to the number given in the Problem.

- b) (3 Points) The concepts of fungibility and transferability of capital are as follows:

Definition Fungibility: With respect to capital, fungibility states how easily it is available and the relying assets can be changes without losses.

Fungibility at group level means that own funds can fully absorb any kind of losses within the group, regardless of the undertaking that holds those own funds or where the obligations arise (in compliance with the local prudential and legal rules). Fungible own funds in this sense are thus not dedicated to a certain purpose. Fungibility of own funds at solo level doesn't automatically imply fungibility at group level.

Transferability refers to the ability to transfer own funds from one undertaking to another within the group. Transferability leads to increase/decrease of own funds in a solo entity without increasing/decreasing the group own funds, except for potential costs of the transfer.

- c) (7 Points) The following steps have to be conducted for the evaluation of the group coverage (not necessarily in the given order):
- i. Identification of own funds of the solo entities
 - ii. Check of the fungibility and transferability of these own funds
 - iii. Avoidance of double-counting of own funds by deducting the value of the related insurance undertakings from the aggregated, eligible own funds of the group
 - iv. Assessment of the contribution of each solo entity to the group SCR (e.g. by proportional allocation of the diversification effect)
 - v. The available own funds of a solo entity to cover the group SCR are calculated by deducting the excess of the (for the group) non-available own funds over the contribution to the group SCR (see step iv.).
 - vi. Consolidation of the Solo entity Solvency II balance sheets according to Solvency II rules
 - vii. The available own funds, provided by each solo entity for coverage of the group SCR, must comply with the tier limits so as to be appropriate for group SCR coverage.