



DAV

DEUTSCHE
AKTUARVEREINIGUNG e.V.

Schriftliche Prüfung im CERA-Modul D

Ökonomisches Kapital in der Unternehmenssteuerung

gemäß Prüfungsordnung 2.0
der Deutschen Aktuarvereinigung e. V.
zum Erwerb der Zusatzqualifikation CERA

am 25.5.2024

Hinweise:

- Als Hilfsmittel ist ein Taschenrechner zugelassen.
- Die Gesamtpunktzahl beträgt 180 Punkte. Die Klausur ist bestanden, wenn mindestens 90 Punkte erreicht werden.
- Bitte prüfen Sie die Ihnen vorliegende Prüfungsklausur auf Vollständigkeit. Die Klausur besteht aus 11 Seiten.
- Alle Antworten sind zu begründen und bei Rechenaufgaben muss der Lösungsweg ersichtlich sein.
- Hinweis: Bitte beachten Sie, dass die Punktevergabe stark von Ihrer Ausarbeitung und den Begründungen abhängig ist, da es häufig keine eindeutige Lösung gibt. Bitte arbeiten Sie mit den Informationen, die Ihnen vorliegen und definieren Sie nur im Zweifelsfall weitere Annahmen, die Sie für Ihren Lösungsvorschlag benötigen.

Mitglieder der Prüfungskommission:

Prof. Dr. Anja Blatter, Dr. Elena Fink, Dr. Ralph Schuster,
Dr. Markus Wadé, Benedikt Schierl

Aufgabe 1. Case Study – Analyse der ökonomischen Bilanz der CeraLife
[Lernzielbezug: i,o,s,w,dd,jj,nn][Blooms 4-5][30 Punkte]

Bitte lösen Sie die folgende Aufgabe aus der Sicht eines Risikomanagers des kleinen Lebensversicherungsunternehmens CeraLife.

- CeraLife hat nur ein Produkt im Portfolio. Hierbei handelt es sich um eine klassische Kapitallebensversicherung mit Überschussbeteiligung und Stornomöglichkeit.
- Es gibt zwei Rechnungszinsgenerationen (4,0% und 0,25%). Die Rechnungszinsgeneration 0,25 % hat ein Rentenwahlrecht und ist für das Neugeschäft offen. Zurzeit entfällt eine HGB-Deckungsrückstellung von rund 60% auf die Rechnungszinsgeneration mit 4,0%.
- Die modifizierte Duration beträgt 14 für den 4,0% Bestand und 24 für den 0,25% Bestand (bezogen auf den Garantie-Cashflow).
- Die Assetseite von CeraLife hat folgende Struktur:

| Assetklasse | Anteil | Modifizierte Duration |
|----------------------------------|---------------------|------------------------------|
| Zinstitel | 80% | ? |
| <i>Staatsanleihen (EEA)</i> | 15% (der Zinstitel) | 12,0 |
| <i>Andere Fixed Income Bonds</i> | 85% (der Zinstitel) | 5,0 |
| Aktien (OECD, EEA) | 10% | - |
| Immobilien | 10% | - |

Das Risikomodell der CeraLife zeigt eine Unterdeckung des erforderlichen Risikokapitals auf. Zwei Hauptursachen hierfür wurden bereits ermittelt:

1. Es besteht eine große Durationslücke. Diese wirkt sich besonders stark auf das Unternehmen im Hinblick auf das Zinsrisiko (Zins down) aus.
2. Der Anteil an "anderen" festverzinslichen Anleihen ist sehr hoch. Dies wirkt sich negativ auf das Spreadrisiko aus.

Beantworten Sie folgende Fragen:

- a) [6 Punkte] Analysieren Sie die Situation der CeraLife bezüglich
 - i. der Reaktionsgeschwindigkeit (bzgl. Zinsänderungen) der Barwerte der Zinstitel und Verbindlichkeiten
 - ii. des Wiederanlagerisikos.

Nutzen Sie die oben genannten Informationen als Grundlage für Ihre Diskussion.

- b) [8 Punkte] Erörtern Sie die Vor- und Nachteile der Steuerung durch Durations-Matching unter Berücksichtigung der Punkte i und ii aus Aufgabenteil a).
- c) [8 Punkte] Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Konvexität und der Duration im allgemeinen Lebensversicherungskontext? Wie verhält sich Ihrer Vermutung nach die Konvexität der Aktivseite im Vergleich zur Konvexität der Passivseite der CeraLife? Welche Auswirkung hat dies in einem Szenario fallender Zinsen? Was versteht man unter negativer Konvexität auf der Aktivseite? Gehen Sie dabei auf die in diesem Zusammenhang entstehenden Auswirkungen auf CeraLife ein.
- d) [8 Punkte] Während einer Sitzung des Risikokomitees stellt der Vorstandsvorsitzende fest, dass es für die Passivseite, im Gegensatz zur Aktivseite, eigentlich keinen Marktwert gibt. Sie haben erst gestern mit einem Kollegen der Kapitalanlage gesprochen. Er hat Ihnen erzählt, dass es für weniger als 50% der Kapitalanlagen echte Marktwerte, d.h. Bewertungen aus einer Börsennotierung gibt. Für die restlichen Kapitalanlagen wird der Marktwert theoretisch ermittelt. Argumentieren Sie, inwieweit die Marktwerte / Zeitwerte der Immobilien in der Direktanlage durch einen aktiven Markt oder theoretisch bestimmt sind. Nennen Sie ein Verfahren zur Bestimmung der Zeitwerte. Geben Sie die wichtigsten Parameter und die dazu gehörenden Datenquellen an.

Aufgabe 2. Case Study – SCR-Analyse CeraLife

[Lernzielbezug: *i,o,s,w,dd,jj,nn*][Blooms 4-5][30 Punkte]

Die CeraLife (die in Aufgabe 1 eingeführt wurde) nimmt Maßnahmen mit dem Ziel der SCR-Verbesserung vor. In diesem Zusammenhang lässt der Vorstand durch Sie SCR-Reviews vornehmen, um zu prüfen, mit welchen Maßnahmen die SCR-Änderungen erreicht wurden. Diese Reviews können Maßnahmen beinhalten, welche bis zu 5 Jahre zurückliegen.

Gehen Sie für die Aufgabe davon aus, dass die CeraLife in der Vergangenheit Maßnahmen zur SCR-Verbesserung ergriffen und direkt davor das SCR bestimmt hat (Zeitpunkt t_{alt}). Nun berechnet die CeraLife heute (Zeitpunkt t_{neu}) nochmals ihr SCR. Gehen Sie mit nachfolgenden Informationen in das Maßnahmen-Review:

- a) [12 Punkte] Leben-Modul: Als Veränderung zwischen t_{neu} und t_{alt} stellen Sie insbesondere Folgendes fest:
- i. leichter Anstieg des SCR für Sterblichkeitsrisiko
 - ii. starker Anstieg des SCR für Stornorisiko
 - iii. leichter Rückgang des SCR für Langlebighkeitsrisiko

Erläutern Sie, welche Maßnahme CeraLife zu t_{alt} ergriffen haben könnte, welche diese SCR-Änderungen herbeigeführt hat. Legen Sie dafür auch den Zeitpunkt t_{alt} fest und begründen Sie Ihre Wahl. Gehen Sie zusätzlich auf einen externen Einfluss ein, welcher die Maßnahme, durch Veränderung der Ausgangssituation zwischen t_{neu} und t_{alt} , verstärkt bzw. abgeschwächt hat.

- b) [12 Punkte] Markt-Modul: Als Veränderung zwischen t_{neu} und t_{alt} stellen Sie insbesondere Folgendes fest:
- i. starker Anstieg des SCR für Spreadrisiko
 - ii. starker Rückgang des SCR für Zinsrisiko
 - iii. leichter Rückgang des SCR für Aktienrisiko

Erläutern Sie, welche Maßnahme CeraLife zu t_{alt} ergriffen haben könnte, welche diese SCR-Änderungen herbeigeführt hat. Legen Sie dafür auch den Zeitpunkt t_{alt} fest und begründen Sie Ihre Wahl. Gehen Sie zusätzlich auf einen externen Einfluss ein, welcher die Maßnahme, durch Veränderung der Ausgangssituation zwischen t_{neu} und t_{alt} , verstärkt bzw. abgeschwächt hat.

Hinweis: Teilaufgabe 2b) kann unabhängig von Teilaufgabe 2a) gesehen werden, also beispielsweise sich auch auf einen anderen Zeitpunkt t_{alt} beziehen oder eine andere Maßnahme als Grundlage haben

- c) [6 Punkte] Während der Niedrigzinsphase wurde das Neugeschäft für Garantierprodukte vielerorts eingestellt. Ihr Vertrieb möchte dies nun in Zeiten steigender Zinsen wieder aufnehmen. Diskutieren Sie diese Forderung im Hinblick auf das SCR.

Aufgabe 3. Bewertung, Risikokapital und Kapitalallokation

[Lernzielbezug: mm, u, aa, dd, oo, w, z; Blooms 4-5] [60 Punkte]

a) [12 Punkte]

Betrachten Sie die Veränderungsanalyse einer ökonomischen Bilanz und des ökonomischen Kapitals (zum Beispiel für Solvency II, MCEV, ...) von Jahr X auf Jahr $X+1$. Wählen Sie drei Schritte aus der Veränderungsanalyse, die relevant oder hilfreich sind, und beschreiben Sie, was sich in den Schritten üblicherweise verändert, aus welchem Grund, und auf welche Positionen der ökonomischen Bilanz sich die Veränderung auswirken kann.

b) [24 Punkte]

Sie arbeiten im Risikomanagement der Tochter eines Versicherungskonzerns, welche in einer Branche M tätig ist mit niedrigen Schäden und größerer Häufigkeit (z.B. KfZ-Geschäft). Sie nutzen sowohl VaR als auch TVaR zum Konfidenzniveau 80% als Risikomaße. Ihr Konzern akquiriert in diesem Jahr ein weiteres Unternehmen, welches in Branche N tätig ist mit hohen Schäden und niedriger Frequenz (z.B. Elementargeschäft). Zum Jahresende stellt sich also zum ersten Mal die Frage nach der Allokation der Risikokapitalien auf die Töchterunternehmen und Ihr Konzernrisikomanagement fragt nach Vorschlägen für einen Allokationsalgorithmus.

- i. [14 Punkte] Schlagen Sie zwei (nicht-triviale) Allokationsalgorithmen vor und diskutieren Sie ihre Eigenschaften aus fachlicher und praktischer Sicht, sowie aus Sicht der Konzernsteuerung. Berücksichtigen Sie dabei sowohl die Fragen, die das Konzernrisikomanagement stellen könnte, als auch die Interessen Ihres eigenen Tochterunternehmens.

(Hinweis: beachten Sie bei der Auswahl der Algorithmen ggf. auch Teilaufgabe ii)

Das Simulationsmodell liefert für die beiden Branchen M und N die folgende idealisierte Monte-Carlo-Realisierung der Einzel- und Gesamtschäden:

| Simulation | M | N | Total |
|------------|----|-----|-------|
| 1 | 30 | 0 | 30 |
| 2 | 0 | 200 | 200 |
| 3 | 50 | 0 | 50 |
| 4 | 0 | 300 | 300 |
| 5 | 75 | 0 | 75 |
| 6 | 80 | 0 | 80 |
| 7 | 70 | 500 | 570 |
| 8 | 90 | 0 | 90 |
| 9 | 70 | 100 | 170 |
| 10 | 20 | 0 | 20 |

Die beiden Branchen sind negativ korreliert (in der vorliegenden Simulation ist $\rho(M,N) = -0,22$) und das aus den beiden Branchen generierte Risikokapital und der Diversifikationseffekt soll nun auf die beiden Branchen alloziert werden.

- ii. [10 Punkte] Berechnen Sie für Ihre gewählten Algorithmen die Risikokapitalallokation auf die beiden Branchen mit den beiden Risikomaßen VaR und TVaR zum Konfidenzniveau 80%. Diskutieren Sie die Ergebnisse der Algorithmen und die erwartete Reaktion Ihres Konzernrisikomanagements und Ihrer Kolleg*innen aus dem Tochterunternehmen mit der Branche N.

Hinweis: Benutzen Sie für den VaR den Simulationswert in der Verteilung rechts, d.h. in der Realisierung (0, 1, 2, 3) sei der ermittelte 75%-VaR gleich 3.

c) [24 Punkte = 5 + 5 + 8 + 6 Punkte pro jeweilige Teilaufgabe]

Die VitaLife Lebensversicherung gibt eine zweijährige fondsgebundene Erlebensfallpolice mit Garantie aus.

Der Einmalbeitrag für diese Police beträgt 100 EUR, diese werden in einen Fonds investiert. Nach Ablauf von 2 Jahren werden die Fondsanteile wieder verkauft und die Police zahlt garantiert 90% des Werts aus, mindestens jedoch 80 EUR. Ist das Ergebnis (= Wert der Fondsanteile – garantierte Auszahlung) hierbei positiv, wird zusätzlich eine Gewinnbeteiligung von 50% des Erlöses an den Versicherungsnehmer gezahlt, die Verluste trägt vollständig das Unternehmen.

Kosten und Sterblichkeit werden in dieser Aufgabe vernachlässigt, d.h. mit 0 angenommen.

Die Fondsentwicklung wird mit einem Index risikoneutral simuliert. Zur Bewertung zum Zeitpunkt X (= Beginn der Police) wird eine Monte-Carlo-Simulation mit folgenden Pfaden benutzt. Der risikofreie Zins beträgt 0 für alle Restlaufzeiten und Pfade.

| Simulation | Indexstand zu $t_x=0$ | Indexstand zu $t_x=1$ | Indexstand zu $t_x=2$ |
|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| 2 | 1 | 1,25 | 1,5 |
| 3 | 1 | 0,75 | 0,75 |
| 4 | 1 | 0,5 | 0,25 |

- i. Berechnen Sie die garantierte Auszahlung, den Wert der Überschussbeteiligung und die gesamte Zahlung an den Versicherungsnehmer sowohl im Certainty-Equivalent (CE)-Pfad als auch in der Monte-Carlo-Simulation. Bestimmen Sie daraus den intrinsischen Wert der Police, den risikofreien Wert und den Zeitwert der Optionen und Garantien des Versicherungsnehmers (TVOG).

- ii. Berechnen Sie den erwarteten Gewinn/Verlust des Unternehmens im CE-Pfad und in der Monte-Carlo-Simulation. Stellen Sie für diese Police eine ökonomische stand-alone Bilanz zum Zeitpunkt X auf mit den Passivpositionen
- Best Estimate der garantierten Leistungen
 - Wert der Überschussbeteiligung
 - Ökon. Wert des Eigenkapitals (local GAAP – Eigenkapital ist hierbei 0)

Die Aktivseite der Bilanz besteht aus dem Wert der Fondsanteile zum Zeitpunkt X.

- iii. Ein Jahr später steht der Index bei 1,1 und die zur Bewertung im Zeitpunkt X+1 (= 1 Jahr nach Beginn der Police) verwendete Monte-Carlo-Simulation ist wie folgt:

| Simulation | Indexstand zu $t_{X+1} = 0$ | Indexstand zu $t_{X+1} = 1$ |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 | 1 | 1,15 |
| 2 | 1 | 1,1 |
| 3 | 1 | 0,9 |
| 4 | 1 | 0,85 |

Der risikofreie Zins beträgt wiederum 0 für alle Restlaufzeiten und Pfade. Es sind keine von der Erwartung abweichenden Ereignisse in den Bereichen Kosten, Storno, Biometrie aufgetreten, sowie keine Änderung in den Annahmen.

Berechnen Sie erneut die Höhe der garantierten Auszahlung, Wert der Überschussbeteiligung und den erwarteten Gewinn/Verlust des Unternehmens im CE-Pfad und in der Monte-Carlo-Simulation und stellen Sie die Stand-Alone ökon. Bilanz in X+1 mit denselben Passivpositionen wie in der Teilaufgabe ii. auf.

- iv. Berechnen Sie den Zeitwert der Optionen und Garantien des Versicherungsnehmers in X+1 und diskutieren Sie Gründe für die Veränderung zum in der Teilaufgabe i. berechneten TVOG in X.

Aufgabe 4. Ökonomische Steuerung

[Lernzielbezug: cc, dd, ee, hh, kk, ll, pp; Blooms 5-6] [60 Punkte]

Eine international aktive Versicherungsgruppe mit Sitz in Deutschland mit sowohl Komposit- als auch Lebensversicherungsunternehmen betreibt seit einiger Zeit interne Modelle für die Gruppe sowie für einzelne Solo-Gesellschaften.

Da im nächsten Jahr die Verwendung der internen Modelle für regulatorische Zwecke beantragt werden soll, laufen aktuell Vorgespräche mit der Aufsicht.

Ein zentrales Wachstumsfeld in der Gruppe ist die Versicherung von Cyber-Risiken: die Absicherung gegen die Kosten durch Hacker-Angriffe, Virus und Datenverluste.

- a) *[10 Pkt.]* Ein wichtiger Aspekt für einen erfolgreichen Antrag ist der Use-Test. Die Versicherung argumentiert, dass die Ergebnisse des Modells regelmäßig aktualisiert werden und sowohl intern als auch extern kommuniziert werden.
Wie würden Sie dies als Aufseher bewerten? Was sind Ihre Erwartungen und warum? Nennen Sie konkrete Beispiele für erfolgsversprechende Argumentationslinien in Bezug auf die drei wesentlichen Themenfelder des Use-Tests unter Bezugnahme auf das aktuelle Wachstumsfeld.
- b) *[14 Pkt.]* Ein kleiner Sachversicherer, der aber schon seit vielen Jahren zur Gruppe gehört, soll weiterhin mit der Standard-Formel den Kapitalbedarf bestimmen, da hier kein reifes, internes Solo-Modell zur Verfügung steht. Welche Vorteile hat ein internes Modell in der Steuerung? Wie bewerten Sie die folgenden Optionen aus Gruppen- und aus Solosicht:
- das interne Solo-Modell kurzfristig so zu verbessern und in der Steuerung integrieren, um es mit der Gruppe im nächsten Jahr im Modellantrag aufzunehmen?
 - den Antrag für das interne Modell der Solo-Gesellschaft erst später zu stellen?
 - für die Solo-Gesellschaft dauerhaft bei der Standard-Formel zu bleiben?

Welche Sicht würden sie von Seiten der Aufsicht einnehmen und warum?

- c) *[9 Pkt.]* Es ist die Erwartung der Aufsicht, dass auch Risiken vom Management betrachtet werden, die im internen Modell nicht vollumfänglich abgebildet werden können, insbesondere Emerging Risks. Der Begriff Emerging Risks (ER) umfasst in diesem Kontext schwer quantifizierbare, neue bzw. sich verändernde Risiken. Auch "Cyber"-Risiken wurden lange nur im ER-Bereich diskutiert, bevor sie zu einem wichtigen Geschäftsfeld wurden.

Beschreiben Sie bitte drei weitere Emerging Risks, die den Erfolg des „Cyber“-Geschäfts negativ beeinflussen können, und erläutern Sie wie sich die

negativen Auswirkungen gestalten könnten. Welche Aktivitäten im Risikomanagement würden Sie von Seiten der Aufsicht bzgl. dieser Risiken erwarten?

d) [16 Pkt.] Für die Sachversicherungsunternehmen in der Gruppe ist Rückversicherung ein zentrales Mittel, um Spitzenrisiken in den Solobilanzen zu vermeiden. Aktuell wird der Rückversicherungseinkauf nicht aus der Gruppe heraus koordiniert, sondern liegt in der alleinigen Entscheidungsmacht der Einzelunternehmen. Diskutieren Sie die Vor- und Nachteile der jetzigen Situation im Vergleich zu einem zentralisierten Rückversicherungseinkauf durch die Muttergesellschaft (d.h. die Risiken werden gruppenintern an die Muttergesellschaft zediert, die wiederum den Rückversicherungsschutz einkauft) aus folgenden Perspektiven:

- Praktische Aspekte des Rückversicherungseinkaufs,
- Steuerungsaspekte aus Gruppensicht,
- Steuerungsaspekte aus Solosicht.

e) [11 Pkt.] Seit Jahren ist die Reduktion des Pandemie-Exposures der Gruppe ein wichtiges Thema in der Risikostrategie. Auch hier waren bisher Rückversicherungen ein zentrales Instrument. Nach der Covid-Pandemie erscheinen dem Management die Deckungen jedoch als sehr teuer.

Skizzieren Sie drei mögliche alternative Maßnahmen zur Operationalisierung des Ziels, das Pandemie-Exposure zu reduzieren. Beschreiben Sie die Vor- und Nachteile der jeweiligen Maßnahme aus Steuerungssicht sowie mit Blick auf Umsetzungsmöglichkeiten und Effektivität?

MUSTERLÖSUNGEN

Aufgabe 1. Case Study – Analyse der ökonomischen Bilanz der CeraLife

a) Duration Passiva: $60\% \cdot 14 + 40\% \cdot 24 = 18$

Duration Aktiva: $15\% \cdot 12 + 85\% \cdot 5 = 6,05$

- i. Passiva reagieren mit dreifacher Geschwindigkeit wie die festverzinslichen Aktiva. Bei einer Zinsänderung schwankt der Marktwert dreimal so stark.
 - ii. Die Kapitalbindung auf der Passivseite ist dreimal so hoch wie auf der Aktivseite. Während der Bindungsfrist für das Kapital auf der Passivseite müssen mindestens zwei Wiederanlagen der Aktivseite erfolgen, bevor Auszahlungen an die Kunden getätigt werden können. Wenn ein Zins für die Kunden garantiert wurde, besteht nach Ablauf der Kapitalanlage eine erhebliche Unsicherheit, ob der garantierte Zinssatz für die Duration der Passiva am Kapitalmarkt erwirtschaftet werden kann. Die Zinsentwicklung während der Kapitalbindung auf der Aktivseite spiegelt das Wiederanlagerisiko wider, welche die Risikosituation des Unternehmens beeinflusst.
- b) Wir unterscheiden in der Argumentation bezüglich antizyklischer und zyklischer Anwendung:

Vorteile bei antizyklischer Anwendung:

Durationsverlängerung in einer Hochzinsphase ist ein antizyklisches Instrument. Es funktioniert dann gut, wenn in Hochzinsphasen der hohe Kupon über langlaufende Anleihen gesichert wird. Dadurch ist das Portfolio auch während Niedrigzinsphasen gut geschützt und stabilisiert.

Nachteil bei antizyklischer Anwendung:

Während Niedrigzinsphasen entstehen beträchtliche Bewertungsreserven bei Zinstiteln, an denen gemäß den Versicherungsvertragsgesetzen (VVG) die Versicherungsnehmer beteiligt werden sollen, sofern der Sicherungsbedarf gedeckt ist. Sofern in solch einer Niedrigzinsphase auch eine Rezessionsphase einhergeht, könnten Kundenstornierungen zunehmen, was die Gefahr birgt, dass Reserven aufgelöst werden müssen (z.B. Marktwert kann bei Immobilien nicht immer in gewünschter Zeit realisiert werden, VU muss sich von gutlaufenden

Wertpapieren trennen, welche auch in Zukunft gute Renditen im Vergleich zum Markt erwirtschaftet hätten). Dies kann unter Umständen die Steuerung des Jahresergebnisses in Zukunft erschweren.

Vorteil bei prozyklischer Anwendung:

Sofern die Risikotragfähigkeit des Unternehmens gefährdet ist, kann eine prozyklische Anwendung in einer angespannten Risikosituation das Zinsrisiko erheblich reduzieren und somit die zugesagten Garantien an die Versicherungsnehmer sicherstellen.

Nachteile bei prozyklischer Anwendung:

Die Erwirtschaftung des Garantiezinses ist trotzdem nicht zwingend gewährleistet, denn es könnte sein, dass der festgelegte Kupon unter dem Garantiezinsniveau liegt. Eine längere Duration führt unabhängig davon zu einer Zinsatzfixierung auf niedrigem Niveau über einen langen Zeitraum. Wenn die Zinsen steigen, profitieren sowohl das Unternehmen als auch der Kunde nur verzögert von einer besseren Renditesituation. Dies führt zu einer geringeren Überschussbeteiligung und könnte letztendlich zu Bestandsstorno und Nachteilen im Wettbewerb um Neugeschäft führen.

- c) Mathematisch gesehen ist die Konvexität die zweite Ableitung des Barwertes nach dem Zins. Sie gibt an, wie stark sich die Duration in Abhängigkeit vom Zins ändert. Normalerweise ist die Konvexität auf der Passivseite deutlich höher als auf der Aktivseite. Ein großer Unterschied in der Konvexität bedeutet, dass bei fallenden Zinsen die Durationslücke sich überproportional vergrößert. D.h. die Exponierung gegenüber dem Zinsrisiko wird bei fallenden Zinsen automatisch größer.

Negative Konvexität entsteht z.B. durch die Kündigungsoption in einem Papier. Während normalerweise der Barwert und die Duration bei fallenden Zinsen ansteigen, wird durch die finanzrationale Kündigung bei fallenden Zinsen der Cashflow verkürzt. Dadurch verkürzt sich die Duration und der Barwert sinkt. Für einen Lebensversicherer bedeutet dies konkret, dass die Durationslücke weiter aufgeht. Er bekommt Liquidität im Niedrigzinsumfeld und müsste zur Schließung der Durationslücke diese langfristig zu niedrigen Zinsen anlegen.

- d) Im deutschen Markt sind Immobilien in der Direktanlage üblicherweise nicht mit einem Börsenwert bewertet. In anderen europäischen Märkten ist der Immobilien-Markt unterschiedlich aktiv. Zumeist ist der Markt durch seltene

Transaktionen geprägt. Die Bewertung erfolgt mit einem DCF-Verfahren. Bei der Bewertung von Immobilie können daher neben den Werten für ähnlichen Objekten, welche vor kurzem veräußert wurden, ebenso Größen, wie die erwarteten Mietzinseinnahmen, Standortfaktoren, volkswirtschaftliche Entwicklungen (Arbeitslosenquote, Migration von Stadt nach Land oder umgekehrt), der aktuelle Marktzins, die individuelle Leerstandsquote, die Attraktivität der Immobilie, und weitere Expertenschätzungen herangezogen werden. Diese Größen bestimmen den Cashflow, welcher in die Bewertung eingeht. Da neben direkten finanzwirtschaftlichen Größen wie dem Marktzins, auch volkswirtschaftliche Größen und Expertenmeinungen Einfluss finden, sind Immobilien theoretisch bewertet. Bei Kenntnis der IFRS-Levels kann die Einstufung je nach europäischem Markt in Level 2 oder Level 3 erfolgen. In Deutschland ist von einer theoretischen Bewertung (Level 3) auszugehen.

Aufgabe 2. Case Study – SCR-Analyse CeraLife

- a) Vorschlag für eine Maßnahme: Einführung einer Risikoversicherung als neues Produkt. Der Zeitpunkt t_2 wird mit 5 Jahren Abstand zu t_1 gewählt, da sowohl die Produktneueinführung Zeit für Entwicklung/Implementierung als auch der Vertrieb Zeit für den Verkauf benötigen, um eine Sichtbarkeit dieser Maßnahme zu gewährleisten.

Erklärung des Deltas:

- i. leichter Anstieg des SCR für Sterblichkeitsrisiko: die Risikoversicherung zahlt im Falle des Todes der versicherten Person. Steigt nun die Sterblichkeit, kommt es vermehrt zu Auszahlungen, welche sich negativ auf das SCR auswirken.
- ii. starker Anstieg des SCR für Stornorisiko: die Risikoversicherung wurde im Grunde so entwickelt, dass sie ertragreiches Geschäft für die CeraLife darstellt. Eine Erhöhung des Stornos oder ein Massenstorno würden dazu führen, dass erwartete Gewinne verloren gehen, was sich somit negativ auf das SCR auswirkt
- iii. leichter Rückgang des SCR für Langlebigkeitsrisiko: die Risikoversicherung beinhaltet insbesondere keine lebenslange Laufzeit, wodurch der Langlebigkeitsschock abgemildert werden kann. Insgesamt entsteht ein leicht positiver Einfluss auf das SCR

Als externer Einfluss könnte eine Pandemie gesehen werden, welche die Sterblichkeit erhöht und dadurch zusätzlich das SCR des Sterblichkeitsrisikos erhöht.

- b) Vorschlag für eine Maßnahme: Verlängerung der Duration der Aktiva mit Senkung der Aktienquote. Der Zeitpunkt t_2 wird mit 3 Jahren Abstand zu t_1 gewählt, da die Umschichtung der Assets Zeit in Anspruch nimmt, um eine deutliche Auswirkung auf das SCR festzustellen.

Erklärung des Deltas:

- i. starker Anstieg des SCR für Spreadrisiko: da sich das Spreadrisiko mit steigender Duration in derselben Assetklasse erhöht, könnte es bei ungünstiger Wahl der Neuinvestitionen zu einer zusätzlichen Exponierung im Spreadrisiko gekommen sein.
- ii. starker Rückgang des SCR für Zinsrisiko: durch Verlängerung der Duration der Assets, kann die Durationslücke zu den Passiva verkleinert werden. Dadurch ist CeraLife weniger bei Zinsrückgang exponiert, was sich sehr positiv auf das SCR auswirkt.

- iii. leichter Rückgang des SCR für Aktienrisiko: bei der Asset-Umschichtung könnte die Entscheidung gefallen sein, weniger in Aktien zu investieren. Durch den verringerten Aktienanteil, ist CeraLife weniger anfällig für einen Aktienschock, was sich positiv auf das SCR auswirkt.

Als externer Einfluss könnte es zu einem Zinsanstieg gekommen sein, welcher sich zusätzlich positiv auf das Zinsrisiko auswirkt und dessen SCR reduziert.

- c) Klassische Garantieprodukte sind über Ihre versprochene Garantie im Normalfall stark von ihrem vereinbarten Garantielevel abhängig, welches sich bei CeraLife durch den Rechnungszins definiert. Es ist dadurch unerlässlich bei einem verstärkten Vertrieb auf eben dieses ausgesprochene Garantieniveau zu achten.

Pro: eine gemischte Kapitallebensversicherung bringt dem Unternehmen signifikant höhere Beitragseinnahmen als reine biometrische Produkte. Dadurch können im Normalfall (insbesondere, wenn Rechnungszins deutlich unterhalb des Marktzins liegt) höhere Gewinne erwartet werden, welche zukünftig als Risikopuffer bei Berechnung des SCR herangezogen werden.

Contra: die enthaltene Garantie über den Rechnungszins exponiert das VU insbesondere gegen fallende Zinsen, wie man es in der Vergangenheit gesehen hat und wirkt somit negativ auf das SCR.

Fazit: einen verstärkten Vertrieb sollte man nur dann anstreben, wenn man Garantieprodukte mit einem niedrigen Garantielevel (=Rechnungszins) anbietet, um das Risiko fallender Zinsen zu minimieren. Ein anderer Weg, wäre über alternative Garantien zu gehen, insgesamt mit dem Ziel möglichst wenig Risiko beim VU zu lassen. Um im Wettbewerb bestehen zu können, sollte man höhere Überschüsse als bei klassischen Garantien versprechen. Da diese an den Überschuss des Unternehmens gekoppelt sind und mit diesem „atmen“ können, ist das Risiko bei sinkenden Zinsen geringer: die Überschüsse sind nicht garantiert und können adäquat gesenkt werden. Insgesamt kann dadurch das oben beschriebene Contra reduziert werden und es sollte ein positiver Effekt im Hinblick auf das SCR bestehen bleiben.

Aufgabe 3. Bewertung, Risikokapital und Kapitalallokation

- a) [4 Punkte pro Schritt und Beschreibung, mehrere Lösungen richtig]
- i. Model and Regulatory Changes / Restatement: Haben sich im Berichtszeitraum $[X, X+1]$ Änderungen an der Berechnungsvorschriften und/oder am Bewertungsmodell ergeben, wird üblicherweise die ökonomische Bilanz zum Jahr X mit dem neuen Modell und neuen Vorschriften erneut gerechnet. Die Bilanzlänge und initiale Marktwert der Aktiva bleibt dabei üblicherweise gleich (außer bei Umbewertungen), der ökon. Wert der vt. Verbindlichkeiten und das ökon. Eigenkapital können sich dabei verändern.
 - ii. Annahmenänderung: Ändern sich die Annahmen für Biometrie, Kosten, Storno, Schadenshöhen und -häufigkeiten, so wird üblicherweise die ökonomische Bilanz zum Jahr X+1 mit alten und neuen Annahmen gerechnet um den Effekt aus dieser Änderung darzustellen. Die Bilanzlänge und initiale Marktwert der Aktiva im Jahr X+1 bleiben dabei gleich, es ändern sich die projizierten zukünftigen Cashflows, und damit der ökon. Wert der vt. Verbindlichkeiten und das ökon. Eigenkapital.
 - iii. Kapitalaufstockung/Dividendenentnahme: Hat im Berichtszeitraum $[X, X+1]$ eine Dividendenzahlung oder Kapitalaufstockung stattgefunden, wird diese üblicherweise als eigener Schritt in der Veränderungsanalyse dargestellt. Dabei bleibt der ökon. Wert der vt. Verbindlichkeiten im Jahr X+1 unverändert, das ökon. Eigenkapital und der initiale Marktwert der Aktivseite verändern sich um den Wert der Dividendenzahlung/Kapitalaufstockung.
- b) [14 Punkte für i., 10 Punkte für ii. Zum Beispiel für Merton-Perold, TVaR-Prinzip und proportionale Allokation, aber andere Algorithmen genauso. Nur 2 Algorithmen notwendig.]
- i. **MP:** Erfüllt nicht die risikolose Allokation, ist aber praktisch selten gegeben. Abhängigkeitsstrukturen zwischen den Sparten werden berücksichtigt und Diversifikationseffekt verursachungsgerecht verteilt. Bei diesem Verfahren kleine Sparten tendenziell bevorzugt werden (d.h. wenig Risikokapital allokiert bekommen), das liegt üblicherweise im Interesse der kleineren Sparte und setzt einen starken Anreiz in diesen Sparte zu wachsen. Die größere Sparte, und vermutlich auch das Konzernrisikomanagement würden diesen Algorithmus daher eher nicht wählen wollen und einen vorsichtigeren Steuerungsimpuls bevorzugen. **TVaR:** Erfüllt mit TVaR als Risikomaß alle Denault-Axiome. Die Risikokapitalien und Diversifikationseffekt werden verursachungsgerecht allokiert und Abhängigkeiten berücksichtigt. Bei einer dominierenden Sparte ist zu beachten, dass der Beitrag der

kleineren Sparten zum Gesamtergebnis nur klein und daher eher zufällig ist, und damit auch die den kleineren Einheiten allokierte Diversifikation. Es sollte daher eine genügend feine Granularität gewählt werden, um den Beitrag der kleinen Sparte abzubilden. Aus Sicht der kleineren Sparte ist das Verfahren eher vorteilhaft, da ein höherer Diversifikationseffekt erwartet werden kann.

Praktisch ist das Verfahren recht aufwendig, da es eine Verteilung für alle Sparten benötigt. Aus Sicht des Konzernrisikomanagements ist eine höhere Schwankung in den Risikokapitalen der kleineren Sparte schwer zu kommunizieren und zu steuern.

Proportional: Erfüllt nicht die risikolose Allokation und berücksichtigt keine Abhängigkeit zwischen Sparten, sondern allokiert den Diversifikationseffekt nach Größe. Aus Sicht der kleineren Sparte M ist das der ungünstigste Algorithmus, weil hier am wenigsten Diversifikationseffekt zu erwarten ist, im Vergleich zu anderen Algorithmen, die Abhängigkeiten berücksichtigen. Würde vermutlich, da einfach zu berechnen und zu kommunizieren, vom Konzern und von der größeren Sparte bevorzugt werden. Für die Steuerung allerdings schwierig zu verwenden, da es das Risiko aus den jeweiligen Sparten kaum berücksichtigt.

ii. Für den TVaR sind Simulationen 4 und 7 relevant.

| | M | N | M+N |
|---------------------|---|--|-----|
| 80%-VaR | 80 | 300 | 300 |
| 80%-TVaR | 85 | 400 | 435 |
| MP | Es gilt $E(X X_1) = E(X_2)$ und $E(X X_2) = E(X_1)$ | | |
| mit 80%-VaR | $((300-300)/((300-80)+(300-300))) * 300 = 0,00$ | $((300-80)/((300-80)+(300-300))) * 300 = 300,00$ | 300 |
| mit 80%-TVaR | $((435-400)/((435-85)+(435-400))) * 435 = 39,55$ | $((435-85)/((435-85)+(435-400))) * 435 = 395,45$ | 435 |
| TVaR | | | |
| mit 80%-VaR | $(70+0)/2 * 300/435 = 24,14$ | $(500+300)/2 * 300/435 = 275,86$ | 300 |
| mit 80%-TVaR | $(70+0)/2 * 435/435 = 35,00$ | $(500+300)/2 * 435/435 = 400,00$ | 435 |
| Proportional | | | |
| mit 80%-VaR | $80/(80+300) * 300 = 63,16$ | $300/(80+300) * 300 = 236,84$ | 300 |
| mit 80%-TVaR | $85/(85+400) * 435 = 76,24$ | $400/(85+400) * 435 = 358,76$ | 435 |

MP: Mit VaR als Risikomaß wird der komplette Diversifikationseffekt der Sparte M zugeschlagen, so dass ihr allokiertes Risikokapital auf 0 fällt. Das ist sicher nicht sachgerecht und wird im Konzern nicht akzeptiert werden, in der internen Steuerung und externen Kommunikation ist ein Risikokapital von 0 nicht zu erklären. Mit TVaR als Risikomaß bekommt die Sparte M immer noch den meisten Diversifikationseffekt (45 von 50), die Sparte N jedoch auch etwas. Das scheint angesichts der Simulation und des Beitrags der Sparten zum Gesamtrisiko angemessen und würde auch im Konzern kommuniziert werden können.

TVaR: Die Sparte M bekommt auch hier den größten Anteil des Diversifikationseffekts, mit VaR als Risikomaß bekommt Sparte N immerhin auch etwas vom Diversifikationseffekt, mit TVaR bekommt M alles und N nichts. Das ist angesichts der Schadenverteilung in der vorliegenden Simulation zwar gerecht, wird jedoch aus Sicht der Sparte N nicht akzeptiert werden. Vermutlich wird das Risikomanagement hier auf eine höhere Granularität drängen, um den Zufallseffekt zu verkleinern.

Proportionales Verfahren: Wie erwartet, bekommt hier die Sparte M den kleinsten Anteil des Diversifikationseffekts, mit beiden Risikomaßen. Aus Konzernsicht wird das Ergebnis am einfachsten zu kommunizieren sein, weil es für die Sparte M am nächsten am Stand-Alone Risikokapital ist, aus Sicht der Sparte M ist das die ungünstigste Variante.

c) [5 Punkte für Teilaufgaben i. und ii., 8 Punkte für iii., 6 für iv.]

Wert der Fondsanteile in $t = 2$: $100 * \text{Indexstand in } t = 2$.

- i. **CE-Pfad:** wegen Zinsen gleich Null steht der Index konstant auf 1, daher Fondswert = 100.
Garantierte Auszahlung = $\text{MAX}(90\% * 100, 80) = 90$. Ergebnis = $100 - 90 = 10$. Üb.Bet = $50\% * 10 = 5$. Intrinsischer Wert = $90 + 5 = 95$.

Monte-Carlo-Simulation:

| Sim | Fondswert in t = 2 | gar. Auszahlung | Ergebnis | Üb.Bet | Gewinn VU | Gesamtzahlung |
|------------|--------------------|-----------------|----------|--------|-----------|---------------|
| 1 | 150 | 135,0 | 15,00 | 7,50 | 7,50 | 142,50 |
| 2 | 150 | 135,0 | 15,00 | 7,50 | 7,50 | 142,50 |
| 3 | 75 | 80,0 | -5,00 | 0,00 | -5,00 | 80,00 |
| 4 | 25 | 80,0 | -55,00 | 0,00 | -55,00 | 80,00 |
| Mittelwert | 100 | 107,5 | -7,5 | 3,75 | -11,25 | 111,25 |

Risikofreier Wert = $\frac{1}{4} * (142,5 + 142,5 + 80 + 80) = 111,25$.
TVOG = Stoch. Wert - intrinsischer Wert = $111,25 - 95 = 16,25$.

- ii. Erwarteter Gewinn/Verlust VU = Ergebnis - Überschußbeteiligung im CE-Pfad = $10 - 5 = 5$, in der Stochastik = $\frac{1}{4} * (7,5 + 7,5 - 5 - 55) = -11,25$.

Stand-Alone ökon. Bilanz in X:

| Aktivseite | Passivseite |
|------------------------|----------------------------|
| Fondswert in X ist 100 | BE gar. Leistungen = 107,5 |
| | Wert der Üb. Bet = 3,75 |
| | Ökon. EK = -11,25 |

- iii. Indexstand in X+1 gleich 1,1 → Wert der Fondsanteile in X+1 ist 110.
CE-Pfad: wegen Zinsen gleich Null steht der Index konstant auf 1, daher Fondswert in t=1 weiterhin 110.
Garantierte Auszahlung = $\text{MAX}(90\% * 110, 80) = 99$, Ergebnis = $110 - 99 = 11$. Üb. Bet = $50\% * 11 = 5,5$. Intrinsischer Wert der Police = $99 + 5,5 = 104,5$. Gewinn VU = $110 - 104,5 = 5,5$.

Monte-Carlo-Simulation:

| Sim | Fondswert in t = 1 | gar. Auszahlung | Ergebnis | Üb.Bet | Gewinn VU | Gesamtzahlung |
|------------|--------------------|-----------------|----------|--------|-----------|---------------|
| 1 | 126,5 | 113,9 | 12,65 | 6,33 | 6,33 | 120,18 |
| 2 | 121 | 108,9 | 12,10 | 6,05 | 6,05 | 114,95 |
| 3 | 99 | 89,1 | 9,90 | 4,95 | 4,95 | 94,05 |
| 4 | 93,5 | 84,15 | 9,35 | 4,68 | 4,68 | 88,83 |
| Mittelwert | 110 | 99,00 | 11,00 | 5,50 | 5,50 | 104,50 |

Mittelwertbildung für garantierte Auszahlung, Ergebnis, Überschußbeteiligung und VU-Gewinn liefert selbe Ergebnisse wie im CE-Pfad.

Stand-Alone ökon. Bilanz in X+1:

| Aktivseite | Passivseite |
|--------------------------|-------------------------|
| Fondswert in X+1 ist 110 | BE gar. Leistungen = 99 |
| | Wert der Üb. Bet = 5,5 |
| | Ökon. EK = 5,5 |

- iv. Der TVOG in X beträgt 16,25 (per Aufgabe i.), in X+1 ist der stochastische Wert gleich dem intrinsischen Wert, also TVOG in X+1 ist gleich 0. In der Bewertung im Jahr X griff die Garantie in 2 der 4 Simulationen, im Jahr X+1 hingegen weder im CE-Pfad noch in irgendeiner Simulation der Verteilung. Das liegt zum einen an der Indexveränderung in der Periode [X, X+1], dass also der Indexstand weiter vom Garantieniveau entfernt ist. Zum anderen liegt es auch an deutlich verringerter Indexvolatilität in der Simulation. Mit einer Auslenkung von maximal +/-

15% in der gesamten Verteilung wird das Garantieniveau ebenfalls nicht unterschritten und die Garantie in der Police greift deshalb nicht. Der Versicherungsnehmer bekommt somit im CE und in jeder Simulation jeweils 95% des Indexstandes und das Versicherungsunternehmen die restlichen 5%.

Aufgabe 4. Ökonomische Steuerung

- a) Reine Aktualisierung und Kommunikation der Ergebnisse ist notwendig, aber nicht ausreichend.

Erwartung der Aufsicht und Begründung: das interne Modell muss in der Geschäftssteuerung eine zentrale Rolle spielen. So hat die Gesellschaft ein Eigeninteresse daran, dass Risiken adäquat abgebildet werden. Es wird dadurch auch sichergestellt, dass sich das Management mit dem internen Modell und seinen Grenzen auseinandersetzt. Dies stellt einen zusätzlichen Kontrollmechanismus für das interne Modell dar.

Beispiele in den drei wesentlichen Anwendungsbereichen:

- „Abstimmung auf Geschäftstätigkeiten“:
Cyber-Risiken werden separat modelliert und auch der Allokationsalgorithmus trägt diesem Wachstumsfeld Rechnung. Die Güte der Modellierung für dieses wichtige, aber noch relativ neue Segment ist in der Validierung zu prüfen und im Zeitverlauf besonders zu beobachten.
 - „Verständnis des Modells“:
Das Management setzt sich aktiv mit der Frage der Allokation des Diversifikationseffektes auseinander, da er für die Steuerung und Zielerreichung im Wachstumsfeld Cyber relevant ist. Das weitere Verständnis des internen Modells sollte über Schulungen des Vorstands zu Aufbau und wesentlichen Annahmen vertieft werden.
 - „Unterstützung von Entscheidungsprozessen“:
Das interne Modell sollte Eingang in die Limit- und Trigger-Steuerung finden. Die Diskussion zur Diversifikationsallokation zeigt, dass das Modell für die Steuerung (beispielsweise Tarifierung) relevant ist. Mittelfristig kann es auch für die Strukturierung eines eigenen Rückversicherungsschutzes genutzt werden.
- b) Vorteile des internen Modells in der Steuerung aus Solosicht: Erlaubt genauere Quantifizierung der Risiken, Höhere Granularität, erlaubt bessere Steuerung über mehr Möglichkeiten in der Allokation (z.B. auf Bereichsebene, etc.), erlaubt risikogerechtere Abbildung von z.B. Rückversicherung, erlaubt Nachadjustierung und höheren Detailgrad in der Anpassung, erlaubt adäquate Risikostrategie und Limitsystem, Transparenz bezüglich Risikotreibern und Werttreibern, Ratingagenturen: Qualitätskriterium und quantitativer Einfluss auf Rating.

Option 1, eine schnelle Einführung wäre sinnvoll mit Blick auf die genannten Vorteile aus Solosicht. Je nach Größe und Standardisierung des Geschäfts kann es allerdings aus Kosten-Nutzen-Perspektive sinnvoller sein, bei der Standardformel zu bleiben, insbesondere, wenn noch größere Anstrengungen notwendig wären. Aus Gruppenperspektive hat es Vorteile einen konsistenten Modellrahmen innerhalb der Gruppe zu verwenden: die Ergebnisse wären konsistenter mit dem Gruppenmodell, die Abbildung in der Risikomarge würde dem internen Modellrahmen entsprechen und Rückversicherung könnte angemessener berücksichtigt werden. Auf der anderen Seite müsste aus Gruppensicht mehr Unterstützung bezüglich Modellaufbau und -betrieb geleistet werden als bei der Standardformel.

Option 2, eine Einführung in einigen Jahren gäbe ausreichend Zeit für eine geordnete Einführung, insbesondere auch für den Use-Test. Mit Blick auf den Use-Test müsste auch die Steuerung in der Solo-Einheit entsprechend angepasst werden.

Option 3, ließe sich aufgrund fehlender Materialität und gegebenenfalls Passgenauigkeit der Standardformelannahmen begründen. Dies müsste entsprechend transparent dargestellt werden.

Für die Aufsicht würde insbesondere die dritte Option die Frage aufwerfen, warum die Gruppe bei der Solo-Gesellschaft die Vorteile eines einheitlichen Modellrahmens bei Seite lässt.

c) Emerging Risks, die den Erfolg des Cyber-Geschäfts beeinträchtigen können (weitere Beispiele möglich):

- Zunahme geopolitischer Konflikte: Zunahme von staatlich motivierter Hackerangriffe, fehlende internationale Kooperation zur Erhöhung der Cyber-Sicherheit, Schadenhöhe und Schadenfrequenz im Cybergeschäft höher als erwartet, Kumulpotential wird unterschätzt.
- Künstliche Intelligenz: Nutzung von KI von Seiten von Hackern bspw. für Phishing-Angriffe und bei der Entwicklung neuer Viren, Deep Fakes für Identitätsdiebstähle, Schadenhöhe und Schadenfrequenz im Cybergeschäft höher als erwartet
- Critical Infrastructure Blackouts: Aufgrund der Überalterung vieler Infrastrukturen, zunehmenden Digitalisierung und anderen Gründen steigt Verwundbarkeit kritischer Infrastrukturen. Ausfall der Infrastruktur kann auch Cyber-Angriffe erleichtern, teurer machen (Ersatzsysteme)

nicht verfügbar) bzw. es können sich unterschätzte Risikokumule von Cyber und anderen Risiken (z.B. Betriebsunterbrechung) materialisieren.

Erwartete Aktivitäten: Es sollten Prozesse in der Gruppe implementiert sein zur Identifikation, Analyse und Kommunikation von Emerging Risks. Bzgl. der drei genannten Risiken sollte die Relevanz mit Experten eingeschätzt werden, und falls als relevant eingestuft, im Rahmen der Risikostrategie diskutiert und adäquate Maßnahmen verabschiedet werden. Dokumentation der Ergebnisse u.a. im Rahmen ORSA-Berichts. Perspektivisch sollten diese Risiken gemonitort werden und mit wachsender Erfahrung und Daten regelmäßig neu bewertet werden.

d) Praktische Aspekte:

- Marktmacht bei Verhandlungen in Gruppenvariante größer
- Gruppe hat u.U. Zugang zu bzw. Knowhow bzgl. mehr Alternativen wie ILS etc
- Bei Solovariante: Soloeinheit hat u.U. besseren Zugang zum lokalen RV Markt
- Bei Solovariante: Soloeinheit kann Programm genauer an lokale Marktgepflogenheiten anpassen
- Bei Solovariante: Verhältnis zu Rückversicherern kann aktiv gestaltet werden. Auch kleinere Rückversicherer können ins Panel genommen werden, da Risiken überschaubarer als in Gruppenprogramm.

Steuerungsaspekte aus Gruppensicht (im Folgenden: Konzentration auf Gruppenvariante, Nachteile spiegelbildlich zu Solovariante)

- Effizienter Kapitaleinsatz: Risiken können in der Gruppe behalten werden, wenn sie aus Gruppensicht tragbar sind. Externe RV nur für darüber hinausgehende Risiken notwendig.
- Ähnlich: Diversifikation in der Gruppe kann effizient eingesetzt werden und für die Strukturierung des Programms verwendet werden.
- Bedingungen des Programms können zentral gesteuert werden (zB zentral als relevant erachtete Einschlüsse bzw. Konditionen).
- Kumule können leicht identifiziert und gesteuert werden.
- In den Soloeinheiten kann lokale Kapitalisierung einfach geplant und gesteuert werden.

- Verteilung der RV Kosten auf Soloeinheiten nicht offensichtlich und Schlüssel muss entschieden werden.
- Insbesondere Bruttosteuerung der Einzelunternehmen einfach, aber Nettosteuerung durch Zentralisierung des RV Programms erschwert.
- Erlaubt zentrales Management der Rückversicherer und deren Bonität.

Steuerungsaspekte aus Solosicht (im Folgenden: Konzentration auf Solovariante, Nachteile spiegelbildlich zu Gruppenvariante)

- Klares Kostennutzenverhältnis, das eigenständig gesteuert werden kann.
- Größere Einflussnahme bei Strukturierung des Programms und damit besseren Einfluß auf Solosteuerung.

e) Grundsätzlich Möglichkeiten:

- Risikoreduktion bzw. -vermeidung durch selektives Underwriting, Gezielte Ablehnung von Pandemie-Geschäft bzw. explizite Leistungsausschlüsse in den Verträgen von Pandemie-Risiken

Pros/Cons: Effektiv, da das unerwünschte Risiko völlig vermieden wird, allerdings abhängig von effektiven Wordings bzw. entsprechender Transparenz im Portfolio, um Pandemie-Risiken nicht unbewusst weiter abzusichern. Eine große Gefahr ist hier, dass auch erwünschte Teile des Geschäfts verloren gehen. Insbesondere wenn andere Anbieter im Markt einen solchen Pandemie-Ausschluss nicht vornehmen, dürfte die Umsetzung schwer werden. Für die Steuerung bietet sich zudem wenig Gestaltungsspielraum – flexibler wären hier Limite

- Reduktion des Pandemie-Exposures mit Hilfe eines Limitsystems: bspw. wird auf Basis eines Pandemie-Szenarios der Risikoappetit z.B. für das 200-Jahres Ereignis in der Risikostrategie festgelegt (alternativ: Versicherungssummen, etc.), in Limite und Trigger umgesetzt und das Exposure kontinuierlich überwacht.

Pros/Cons: Effizient soweit die Annahmen bei der Festlegung der Limite hinreichend korrekt waren. Zeitlich wirkt Maßnahme bei Erneuerung des Geschäfts. Hat für die Steuerung den Vorteil, dass Geschäft weiter gezeichnet wird, evtl. mit einer stärkeren Risikoselektion im Hinblick auf die Qualität der Risiken oder höhere Preise. Besonderer Vorteil des Limitsystems ist aus Steuerungssicht die Flexibilität und laufende

Transparenz bzgl. des Exposures, dass auch entsprechend im Pricing berücksichtigt werden kann.

- Anpassung des wertorientierten Versicherungspreis um den gestiegenen Rückversicherungspreisen Rechnung zu tragen, bzw. entsprechende Reserven aufzubauen um höhere Eigenbehalte bei einer Pandemie tragen zu können (und reduzierten Rückversicherung).

Pros/Cons: Aus Steuerungssicht ist risikoadjustiertes Pricing ein zentraler Aspekt des VBM bei der wertorientierten Ausrichtung des gesamten Geschäftsbetriebs. Die Wirkung stellt sich allerdings erst im Zeitverlauf ein, insbesondere erfordert die Umsetzung der neuen Konditionen entsprechenden Durchlauf im Portfolio. Die Umsetzungsmöglichkeiten sind stark vom Marktumfeld abhängig.

- Risikoreduktion durch einen alternativen Risikotransfer am Kapitalmarkt. Es könnte ein Bond ausgegeben werden, dessen Rückzahlung zu einem Teil von dem Ausbleiben einer Pandemie abhängt (z.B. gem. WHO-Klassifikation).

Pros/Cons: Investoren könnten bereit sein, das Risiko zu einem geringeren Preis als der Rückversicherer zu übernehmen. Relevant wären aber auch die zusätzlichen administrativen Kosten, die bei der Kapitalmarktlösung deutlich höher sein könnten. Zudem wird der Spielraum bei der Gestaltung der Konditionen deutlich geringer sein als bei einer passgenauen Rückversicherungslösung. Im Vordergrund wird hier Transparenz für Investoren liegen. Die Effektivität ist ähnlich wie bei Rückversicherung unmittelbar gegeben.



DAV

DEUTSCHE
AKTUARVEREINIGUNG e.V.

Written Examination CERA Module D

**Economic Capital in
Enterprise Management & Steering**

pursuant to Examination Regulations 2.0
of the *Deutsche Aktuarvereinigung* e. V.

for the additional qualification as a CERA

Date 25 May 2024

Please Note:

- You may use a calculator.
- The examination has a total of 180 marks. The pass mark is 90 marks.
- Please check that your examination paper is complete. It consists of 11 pages.
- Give reasons for your answers. You must show your working out for any questions that involve calculations.
- Note: Please bear in mind that the marks awarded depend on your working out and your reasoning as there is often more than one model answer possible. Please use the information provided and only make additional assumptions that you need for your answer in case of doubt.

Members of the Examinations Committee:

Prof. Dr Anja Blatter, Dr Elena Fink, Dr Ralph Schuster,
Dr Markus Wadé, Benedikt Schierl

Question 1. Case Study – Analysis of CeraLife’s Economic Balance Sheet
[30 marks]

Please answer the following question from the perspective of a risk manager at the small life insurer CeraLife.

- CeraLife has only one product in its portfolio. It is a classic endowment policy with surplus participation and the option to surrender.
- There are two generations of actuarial interest rate (4.0% and 0.25%). The generation of 0.25 % has the option of annuitization and is open to new business. At the moment there is an actuarial reserve of around 60% (HGB or German GAAP) on the 4.0% actuarial interest rate generation.
- The modified duration is 14 for the 4.0% in-force portfolio and 24 for the 0.25% in-force portfolio (with regard to the guarantee cash flow).
- CeraLife’s assets have the following structure:

| Asset Class | Share | Modified Duration |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| fixed-income bonds | 80% | ? |
| <i>Government Bonds (EEA)</i> | 15% (of the fixed-income bonds) | 12.0 |
| <i>Other Fixed Income Bonds</i> | 85% (of the fixed-income bonds) | 5.0 |
| Equities (OECD, EEA) | 10% | - |
| Real estate | 10% | - |

In CeraLife's risk model there is a shortfall in required risk capital. Two main reasons for this have already been determined:

1. There is a considerable duration gap. This has a particularly strong impact on the company in terms of interest rate risk (interest rate down).
2. The share of "other" fixed-income bonds is very high. This has a negative impact on the spread risk.

Answer the following questions:

- a) [6 marks] Analyse CeraLife's situation in terms of
 - i. response speed (concerning interest rate changes) of the present values of the fixed-income bonds and liabilities
 - ii. reinvestment risk.

Use the information provided above as the basis for your discussion.

- b) [8 marks] Explain the pros and cons of steering using duration matching taking into consideration points i and ii as stated in part a) above.
- c) [8 marks] What is the connection between convexity and duration in a general life insurance context? How do you think that the convexity on the assets side of CeraLife's balance sheet will behave compared to the convexity on the liabilities side of its balance sheet? What impact will this have if interest rates fall? What is meant by negative convexity on the assets side? In this context refer to the consequences that this will have for CeraLife.
- d) [8 marks] During a meeting of the risk committee the CEO realises that, unlike for the assets, there is actually no market value for the liabilities. You discussed the investments with a colleague only yesterday. He told you that there are real market values, i.e., valuations from a stock market listing, for less than 50% of investments. For the remaining investments the market value is calculated theoretically. Argue to what extent the market values / present values of directly invested holdings in real estate are calculated using an active market or calculated theoretically. Name a process for calculating present values. State the most important parameters and the related data sources.

Question 2. Case Study – CeraLife’s SCR Analysis

[30 marks]

CeraLife (which was introduced in Question 1) is adopting measures aimed at improving its SCR. In this context the Board is having you conduct SCR reviews to examine which measures have been used to achieve the improvements to the SCR. These reviews can contain measures going back up to 5 years.

For this question assume that CeraLife has taken measures to improve its SCR in the past and that its SCR has been calculated directly beforehand (time t_{old}). Now CeraLife is recalculating its SCR (time t_{new}). Begin the review of measures with the following information:

- a) [12 marks] Life Module: As a change between t_{new} and t_{old} you notice the following:
- a slight increase in the SCR for mortality risk
 - a strong increase in the SCR for lapse risk
 - a slight decline in the SCR for longevity risk

Explain what measure concerning t_{old} CeraLife could have taken that would have resulted in these changes to the SCR. To do so, establish the time t_{old} and give reasons for your choice. In addition, mention one external influence that could have reinforced and/or mitigated the measure by changing the initial situation between t_{new} and t_{old} .

- b) [12 marks] Market Module: As a change between t_{new} and t_{old} you notice the following:
- a strong increase in the SCR for spread risk
 - a strong decline in the SCR for interest rate risk
 - a slight decline in the SCR for equity risk

Explain what measure concerning t_{old} CeraLife could have taken that would have resulted in these changes to the SCR. To do so, establish the time t_{old} and give reasons for your choice. In addition, mention one external influence that could have reinforced and/or mitigated the measure by changing the initial situation between t_{new} and t_{old} .

Note: Part 2b) can be considered independently of Part 2a), for example, you may use as a basis a different time t_{old} or a different measure.

- c) [6 marks] During the period of low interest rates new business for guaranteed products was discontinued by many providers. Your sales force now

wishes to reinstate it as interest rates are rising again. With reference to the SCR discuss this request by your sales force.

Question 3. Valuation, Risk Capital and Capital Allocation

[60 marks]

a) [12 marks]

Consider the change analysis of an economic balance sheet and the economic capital (e.g., for Solvency II, MCEV, ...) from Year X to Year $X+1$. Select three steps from the change analysis that are relevant or helpful and describe what usually changes in the steps, for what reason and what items in the economic balance sheet may be impacted by the change.

b) [24 marks]

You work in risk management in the subsidiary of an insurance group that is active in industry M with low claims and higher claims frequency (e.g., motor). You use both VaR and TVaR at a confidence level of 80% as risk measures. This year your Group acquires an additional company that is active in industry N with high claims and a lower frequency (e.g., natural hazards cover). At the end of the year the issue of allocating risk capital to the subsidiaries arises for the first time and Group Risk Management asks for your proposals for an allocation algorithm.

- i. [14 marks] Propose two (non-trivial) allocation algorithms and discuss their properties from a technical and practical perspective as well as from the perspective of Group steering and management. In your proposal consider both the questions that Group risk management could ask and the interests of your own subsidiary.
(NB: When selecting the algorithms, consider, too, part ii if appropriate)

For both industries, M and N the simulation model provides the following idealised realisation for the single and total losses:

| Simulation | M | N | Total |
|------------|----|-----|-------|
| 1 | 30 | 0 | 30 |
| 2 | 0 | 200 | 200 |
| 3 | 50 | 0 | 50 |
| 4 | 0 | 300 | 300 |
| 5 | 75 | 0 | 75 |
| 6 | 80 | 0 | 80 |
| 7 | 70 | 500 | 570 |
| 8 | 90 | 0 | 90 |
| 9 | 70 | 100 | 170 |
| 10 | 20 | 0 | 20 |

Both industries are negatively correlated (in the simulation at hand $\rho(M,N) = -0.22$) and the risk capital generated from both industries and the diversification effect should now be allocated to the two industries.

- ii. [10 marks] For your selected algorithms calculate the risk capital allocation to the two industries with the risk measures VaR and TVaR at a confidence level of 80%. Discuss the results of the algorithms and the expected reaction from your Group risk management and your colleagues from the subsidiary active in industry *N*.

NB: Use for the VaR, the simulation value in the distribution on the right, i.e., in the realisation (0, 1, 2, 3) let the determined 75%-VaR equal 3.

- c) [24 marks = 5 + 5 + 8 + 6 marks per section]

VitaLife life insurance issues a two-year unit-linked endowment policy with a guarantee.

For this policy the single premium is EUR 100 which is invested in a fund (unit trust). After 2 years the units are sold and the policy pays out a guaranteed 90% of the value, at least EUR 80. If the result (= value of the units – guaranteed payout) is positive, an additional profit-sharing surplus of 50% of the return is paid out to the policyholder, with all losses being borne in full by the company.

In this question costs and mortality can be ignored, i.e., they are assumed to be 0.

The fund performance is simulated with an index using a risk neutral position. For the purposes of valuation at time X (= issue of the policy) a Monte-Carlo simulation with the following paths is used. The risk-free interest rate is 0 for all maturities and paths.

| Simulation | Index level at $t_x=0$ | Index level at $t_x=1$ | Index level at $t_x=2$ |
|------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | 1 | 1.5 | 1.5 |
| 2 | 1 | 1.25 | 1.5 |
| 3 | 1 | 0.75 | 0.75 |
| 4 | 1 | 0.5 | 0.25 |

- i. Calculate the guaranteed payout, the value of the (with-profits) surplus participation and the total payout to the policyholder in both the Certainty-Equivalent (CE) path and in the Monte-Carlo simulation. From this determine the intrinsic value of the policy, the risk-free value and the time value of the options and guarantees (TVOG) for the policyholder.
- ii. Calculate the expected profit/loss of the company in the CE path and in the Monte-Carlo simulation. For this policy produce an economic stand-alone balance sheet for time X with the following liabilities
 - Best Estimate of guaranteed payouts
 - Value of (with-profits) surplus participation

- Economic value of equity capital (local GAAP – equity capital is here 0)

The assets side of the balance sheet consists of the value of the units at time X.

- iii. One year later the index is at 1.1 and the Monte-Carlo simulation used for valuation at time X+1 (= 1 year after policy issue) is as follows:

| Simulation | Index level at $t_{X+1} = 0$ | Index level at $t_{X+1} = 1$ |
|------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 | 1 | 1.15 |
| 2 | 1 | 1.1 |
| 3 | 1 | 0.9 |
| 4 | 1 | 0.85 |

The risk-free interest rate is again 0 for all maturities and paths. No events that deviate from expectations have arisen in costs, lapse, biometrics and the assumptions also remain unchanged.

Recalculate the level of the guaranteed payout, the value of the (with-profits) surplus participation and the company's expected profit/loss in the CE path and in the Monte-Carlo simulation and produce the stand-alone economic balance sheet for X +1 with the same liability positions as in Part ii. above.

- iv. Calculate the time value of the options and guarantees (TVOG) for the policyholder at X+1 and discuss the reasons for the change compared to the TVOG for X calculated in Part i.

Question 4. Economic Management & Steering

[60 marks]

An international insurance Group headquartered in Germany with both non-life and life companies has used for some time internal models for the Group and for individual solo companies.

Because, next year, the use of internal models for regulatory purposes is to be applied for, preliminary discussions are currently being conducted with the regulator.

A significant growth area in the Group is insuring cyber risks: covering costs resulting from hacking, viruses and loss of data.

- a) *[10 marks]* One important aspect for a successful application is the use test. The insurer is arguing that the results of the model are regularly updated and communicated both internally and externally. How would you assess this as the regulator? What expectations do you have and why? Give concrete examples for a promising line of argumentation relating to the three main subject areas covered by the use test while referring to the current growth area.
- b) *[14 marks]* A small non-life (property/casualty) insurer that has been a member of the Group for many years plans to continue using the Standard Formula to determine its capital requirements as there is no mature internal solo model available. What benefits does an internal model have in steering and management? How would you assess the following options from a Group and solo perspective:
- swift improvement of the internal solo model and integrating it in steering and management so that it can be included in the Group's model application next year?
 - only submitting the application for the solo company's internal model later?
 - continuing to use the Standard Formula for the solo company in the long term?

Which view would you take from a regulatory perspective and why?

- c) *[9 marks]* The regulator expects management also to consider risks that cannot be fully represented in the internal model, especially emerging risks. In this context, the term emerging risks (ER) comprises risks that are difficult to quantify, new and/or changing risks. For a long time "cyber" risks were only discussed as emerging risks before they became an important business field in their own right.

Describe three further emerging risks that could have a negative impact on the success of cyber business and explain what form any negative

impact could have. What risk management activities would you expect from the regulator with regard to these risks?

d) [16 marks] For the non-life (property/casualty) insurers in the Group, reinsurance is a significant way to avoid peak risks in solo balance sheets. At present the purchasing of reinsurance is not coordinated at Group level but decisions on purchasing of reinsurance are the sole responsibility of the individual companies. Discuss the pros and cons of the current situation compared to centralised arrangements for the purchasing of reinsurance by the parent company (i.e., risks are ceded within the Group to the parent company and the parent company then purchases the reinsurance) from the following perspectives:

- Practical aspects of purchasing reinsurance,
- Steering aspects from a Group perspective,
- Steering aspects from a solo perspective.

e) [11 marks] Reducing the Group's pandemic exposure has been an important issue in its risk strategy for years. Here, too, reinsurance has been a key tool. Following the Covid-19 pandemic, however, management feels that its cover is very expensive.

Outline three possible alternative ways of operationalising the target of reducing pandemic exposure. Describe the pros and cons of each measure from a management and steering perspective as well as from the perspective of implementation potential and effectiveness?

MODEL ANSWERS

Question 1. Case Study – Analysis of CeraLife’s Economic Balance Sheet

a) Duration liabilities: $60\% \cdot 14 + 40\% \cdot 24 = 18$

Duration assets: $15\% \cdot 12 + 85\% \cdot 5 = 6.05$

- i. Liabilities react three times as quickly as the fixed-income bonds. In the event of a change in interest rates the market value would fluctuate three times as strongly.
 - ii. The capital lock-in for liabilities is three times as high as for assets. During the lock-in period for the capital on the liabilities side, there have to be at least two reinvestments of the assets before any payouts can be made to policyholders. If an interest rate was guaranteed for policyholders then, following maturity of the investment, there is considerable insecurity as to whether the guaranteed interest rate can be obtained on the capital markets for the duration of the liabilities. The development of the interest rate during the capital lock-in for the assets reflects the reinvestment risk, which impacts the risk situation of the.
- b) In the argumentation we distinguish between anti-cyclical and (pro-) cyclical application:

Advantages of anti-cyclical use:

Extending duration in a high-interest phase is an anti-cyclical instrument. It works well if, during periods of high interest rates, the high coupon can be assured via long-term bonds. This stabilises and protects the portfolio well during periods of low interest rates too..

Disadvantages of anti-cyclical use:

During periods of low interest rates considerable valuation reserves accrue for interest-bearing securities in which policyholders should participate according to German insurance contract law (VVG) provided that the need for hedging is covered. Therefore, if a period of low interest rates is accompanied by a period of recession this may result in higher numbers of cancellations / lapses, which would risk reserves having to be released (e.g., in the case of real estate

the market value cannot always be realised at the desired time, insurers have to sell successful investments whose returns would have out-performed the market in the future). Thus could potentially make it more difficult to steer and manage annual results in the future.

Advantages of pro-cyclical use:

If the risk-bearing capacity of the company is in jeopardy then pro-cyclical use in a strained risk situation can reduce the interest rate risk considerably and thus assure the guarantees that have been promised to policyholders.

Disadvantages of pro-cyclical use:

Nevertheless, earning the guaranteed interest rate is not necessarily certain since it could be that the fixed coupon is below the level of the guaranteed interest rate. Independently of this, a longer duration leads to the interest being fixed at a low level over a long period. If interest rates rise then both company and policyholders will only benefit later from a better return. This leads to lower surplus sharing and may eventually lead to cancellations/ lapses and competitive disadvantage when it comes to acquiring new business.

- c) In mathematical terms convexity is the second derivation of the present value after the interest rate. It indicates how strongly the duration changes depending on the interest rate. Normally the convexity of liabilities is much higher than that of assets. A significant difference in the convexity means that, in the event of falling interest rates, the duration gap widens disproportionately. This automatically makes exposure to interest rate risk higher if interest rates fall.

Negative convexity arises, for example, if an investment has the option to cancel. While the present value and the duration usually rise in the event of falling interest rates, cancellation for financially rational reasons will mean that cash flow is reduced if interest rates fall. This will mean that the duration will be shortened and the present value will be reduced. For a life insurer in concrete terms this means that the duration gap will widen further. It will get liquidity in a low-interest environment and would have to invest this long-term at a low interest rate in order to close the duration gap.

- d) In the German market, direct real estate investments are not usually valued with a stock market value. In other European markets the real estate market is active in different ways. Usually the market is characterised by infrequent transactions. Valuation is usually done using a DCF valuation. When a property

is valued, in addition to using values received for similar properties that have recently been sold, indicators such as expected rental income, location factors, economic developments (unemployment rates, movement from urban to rural environments or vice versa), current market interest rates, vacancy rates of individual properties, attractiveness of the property and other expert assessments can also be used. These figures determine the cash flow used for the valuation. Since, alongside purely financial values such as market interest rates, other economic indicators and expert opinions are used, real estate is valued using theoretical methods. To use IFRS valuation methodology, this means that, depending on the European market in question, a property can be rated as a Level 2 or Level 3 asset. In Germany it is assumed that a theoretical valuation based on models and unobservable inputs (i.e., Level 3) is used.

Question 2. Case Study – CeraLife’s SCR Analysis

- a) Proposal for a measure: introducing a term insurance policy as a new product. Time t_2 is selected with a five year interval to t_1 because product launch will require time for development / implementation and the sales force will need time to sell it in order to guarantee visibility of this measure.

Explanation of the delta:

- i. a slight increase in the SCR for mortality risk: term insurance policies pay out in the event of the death of the insured. If mortality now increases there will be more payouts, which will have a negative impact on the SCR.
- ii. a strong increase in the SCR for lapse risk: the term insurance policy was developed to be profitable for CeraLife. Higher lapse or a mass lapse would result in anticipated profits being lost which would have a negative impact on the SCR.
- iii. a slight decline in the SCR for longevity risk: a term insurance policy does not have a lifelong term, which can lessen longevity shock. All in all, there will be a slightly positive impact on the SCR

The pandemic can be considered an external influence since it increases mortality and thus additionally increases the SCR for mortality risk.

- b) Proposal for a measure: extending the duration of the assets by lowering the equity share. Time t_2 is selected with a three year interval to t_1 since restructuring the assets takes some time before a marked impact on the SCR will be seen.

Explanation of the delta:

- i. a strong increase in the SCR for spread risk: because the spread risk increases with a lengthening duration in the same asset class, an unwise choice of new investment could have led to additional spread risk exposure.
- ii. a strong decline in the SCR for interest rate risk: extending the duration of the assets enables the duration gap to the liabilities to be reduced. Thus CeraLife has less exposure to a decline in interest rates, which has a very positive impact on the SCR.
- iii. a slight decline in the SCR for equity risk: when restructuring the assets a decision could have been made to invest less in equities. This reduced equity share makes CeraLife less vulnerable to an equity shock, which will have a positive impact on the SCR.

A rise in interest rates can be regarded as an external influence, which would additionally have a positive impact on interest rate risk and on its SCR.

- c) Classic guaranteed products are usually very dependent on the agreed level of guarantee which, in the case of CeraLife, is defined by the actuarial interest rate. Therefore, if sales are to be stepped up it is absolutely essential to pay attention to this guarantee level.

Pros: a hybrid endowment policy would generate significantly higher premium income for the company compared to purely biometric products. In normal circumstances (especially if the actuarial interest rate is way below the market interest rate) this will mean the company can expect higher profits which can then be used as a risk buffer in the future when the SCR is being calculated.

Cons: a guarantee given using the actuarial interest rate exposes the insurer to falling interest rates, in particular, as has been seen in the past and this has a negative impact on the SCR.

Conclusion: Stepping up sales activity should only be considered if the company can offer guaranteed products with a low guarantee (=actuarial interest rate) so as to minimise the risk arising from falling interest rates. Another option would be to use alternative guarantees, with the aim of having as little risk as possible for the insurer. In order to have a competitive advantage, the insurer should promise higher with-profits surplus-sharing than is the case with classic guarantees. Because these are linked to the company's surplus and can breathe with it, there is less risk in the event of falling interest rates: these surpluses are not guaranteed and can be reduced accordingly if appropriate. All in all, this is a way to counter the disadvantage (the con) described above and there should be a positive effect in terms of the SCR.

Question 3. Valuation, Risk Capital and Capital Allocation

a) [4 marks per step and description, several model answers correct]

- i. Model and Regulatory Changes / Restatement: If there have been changes to the calculation rules and/or the valuation model during the reporting period $[X, X+1]$, the economic balance sheet for year X is usually recalculated taking into account the new model and the new rules. The total assets and initial market value of the assets will usually remain the same (except in the case of restatement), the economic value of the technical liabilities and the economic own funds may change.
- ii. Changes to assumptions: If the assumptions for biometrics, costs, lapse, loss levels and frequency change then the economic balance sheet for year $X+1$ will usually be recalculated with the old and new assumptions so as to represent the effects arising from these changes. The total assets and initial market value of the assets in year $X+1$ will remain the same though the projected future cash flow and hence the economic value of the technical liabilities and the economic own funds will change.
- iii. Capital injection / Dividend payment: If a dividend has been paid out or capital has been injected during the reporting period $[X, X+1]$, then this is usually represented as a separate step in the change analysis. The economic value of the technical liabilities in year $X+1$ will remain unchanged, the economic own funds and the initial market value of the assets will change by the value of the dividend payment / capital injection..

b) [14 marks for i., 10 marks for ii. For example for Merton-Perold ,TVaR principle and proportional allocation, but other algorithms as well. Only 2 algorithms needed.]

- i. **MP:** Does not satisfy risk-free allocation but is, in any case, rare. Dependency structures between the LoBs are considered and diversification effects are distributed on a causal basis. With this method, small LoBs tend to be favoured (i.e., allocated little risk capital), this is usually in the interests of the smaller LoBs and creates a strong incentive for growth in this LoB. The larger LoB, and probably Group Risk Management, too, would therefore probably be less inclined to select this algorithm and would prefer a more cautious steering impulse.
TVaR: Satisfies all Denault's axioms with TVaR as a risk measure. Risk capital and diversification effect are distributed on a causal basis and dependencies are considered.

If there is one dominant LoB, it must be noted that the contribution of the smaller LoBs to the overall results is only small and therefore rather random as is the diversification allocated to the smaller LoBs. Therefore sufficiently fine granularity ought to be selected in order to represent the contribution of the small LoB. From the perspective of the smaller LoB this method is more favourable since a higher diversification effect can be expected.

In practical terms the method is very complicated since it requires distribution for all LoBs. From the Group Risk Management perspective higher fluctuation in the risk capital of the smaller LoB is difficult to communicate and to steer and manage.

Proportional: Does not satisfy risk-free allocation and does not consider any dependency between LoBs but allocates the diversification effect depending on size. From the perspective of the smaller LoB M this is the least favourable algorithm since the least diversification effect is to be expected compared to other algorithms, which consider dependencies. It would probably be preferred by the Group and the larger LoB since it is easy to calculate and to communicate. For steering and management, however, it is difficult to use since it hardly considers the risk from the respective LoBs.

ii. For TVaR, simulations 4 and 7 are relevant.

| | M | N | M+N |
|---|--|--|-----|
| 80%-VaR | 80 | 300 | 300 |
| 80%-TVaR | 85 | 400 | 435 |
| MP Es gilt $E(X X_1) = E(X_2)$ and $E(X X_2) = E(X_1)$ | | | |
| with 80%-VaR | $((300-300)/((300-80)+(300-300))) * 300 = 0.00$ | $((300-80)/((300-80)+(300-300))) * 300 = 300.00$ | 300 |
| with 80%-TVaR | $((435-400)/((435-85)+(435-400))) * 435 = 39.55$ | $((435-85)/((435-85)+(435-400))) * 435 = 395.45$ | 435 |
| TVaR | | | |
| with 80%-VaR | $(70+0)/2 * 300/435 = 24.14$ | $(500+300)/2 * 300/435 = 275.86$ | 300 |
| with 80%-TVaR | $(70+0)/2 * 435/435 = 35.00$ | $(500+300)/2 * 435/435 = 400.00$ | 435 |
| Proportional | | | |
| with 80%-VaR | $80/(80+300) * 300 = 63.16$ | $300/(80+300) * 300 = 236.84$ | 300 |
| with 80%-TVaR | $85/(85+400) * 435 = 76.24$ | $400/(85+400) * 435 = 358.76$ | 435 |

MP: With VaR as a risk measure the complete diversification effect of LoB M is allocated so that its allocated risk capital falls to 0. This is certainly not appropriate and will not be accepted by the Group since, in internal steering and management and external communication, risk capital of 0 cannot be easily explained. With TVaR as a risk measure the LoB M still receives the most diversification effect (45 of 50), though LoB still gets something. Given the simulation and the contribution of the LoBs to the overall risk this seems appropriate and it would be possible to communicate this within the Group.

TVaR: Here, LoB M gets the largest share of the diversification effect; with VaR as a risk measure LoB N still gets some of the diversification effect, but with TVaR M gets everything and N gets nothing. Given the loss distribution in the simulation this may be fair but will not be accepted from the perspective of LoB N. It can be presumed that Risk Management would push for higher granularity in order to reduce the random effect.

Proportional method: As expected here LoB M gets the smallest share of the diversification effect with both risk measures. From the Group perspective the result is the easiest to communicate because it is the nearest to stand-alone risk capital for LoB M, from the perspective of LoB M it is the least favourable option.

c) [5 marks for Parts i. and ii., 8 marks for iii., 6 fur iv.]

Value of fund units at $t = 2$: $100 * \text{level of index at } t = 2$.

- i. **CE Path:** because interest is zero the index level is constant at 1, thus the value of the fund = 100.
Guaranteed payout = $\text{MAX}(90\% * 100, 80) = 90$. Result = $100 - 90 = 10$. With-profits surplus sharing = $50\% * 10 = 5$. Intrinsic value = $90 + 5 = 95$.

Monte-Carlo simulation:

| Sim | Fund value at t = 2 | Guar. payout | Result | W-P surplus sharing | Profit Insurer | Total payment |
|---------|---------------------|--------------|--------|---------------------|----------------|---------------|
| 1 | 150 | 135.0 | 15.00 | 7.50 | 7.50 | 142.50 |
| 2 | 150 | 135.0 | 15.00 | 7.50 | 7.50 | 142.50 |
| 3 | 75 | 80.0 | -5.00 | 0.00 | -5.00 | 80.00 |
| 4 | 25 | 80.0 | -55.00 | 0.00 | -55.00 | 80.00 |
| Average | 100 | 107.5 | -7.5 | 3.75 | -11.25 | 111.25 |

Risk-free value = $\frac{1}{4} * (142.5 + 142.5 + 80 + 80) = 111.25$.
TVOG = Stochastic value – intrinsic value = $111.25 - 95 = 16.25$.

- ii. Expected profit/loss insurer = Result – With-profits surplus sharing in CE path = $10 - 5 = 5$, in stochastics = $\frac{1}{4} * (7.5 + 7.5 - 5 - 55) = -11.25$.

Stand-alone economic balance sheet for X:

| Assets | Liabilities |
|-------------------------|--|
| Fund value for X is 100 | BE guar. benefits = 107.5 |
| | Value of with-profits surplus sharing = 3.75 |
| | Economic capital = -11.25 |

- iii. Index level at X+1 equals 1.1 → value of units at X+1 is 110.
CE Path: because interest is zero the index level is constant at 1, thus fund value at t=1 remains at 110.
Guaranteed payout = $\text{MAX}(90\% * 110, .80) = 99$, Result = $110 - 99 = 11$. With-profits surplus sharing = $50\% * 11 = 5.5$. Intrinsic value of

the policy = $99 + 5.5 = 104.5$. Profit for insurer = $110 - 104.5 = 5.5$.

Monte-Carlo-Simulation:

| Sim | Fund value at t = 1 | Guar. payout | Result | W-P surplus sharing | Profit Insurer | Total payment |
|---------|---------------------|--------------|--------|---------------------|----------------|---------------|
| 1 | 126.5 | 113.9 | 12.65 | 6.33 | 6.33 | 120.18 |
| 2 | 121 | 108.9 | 12.10 | 6.05 | 6.05 | 114.95 |
| 3 | 99 | 89.1 | 9.90 | 4.95 | 4.95 | 94.05 |
| 4 | 93.5 | 84.15 | 9.35 | 4.68 | 4.68 | 88.83 |
| Average | 110 | 99.00 | 11.00 | 5.50 | 5.50 | 104.50 |

Averaging for guaranteed payout, Result, With-profits surplus sharing and Insurer profit deliver the same results as in the CE path.

Stand-alone economic balance sheet for X+1:

| Assets | Liabilities |
|---------------------------|---|
| Fund value for X+1 is 110 | BE of guar. benefits = 99 |
| | Value of with-profits surplus sharing = 5.5 |
| | economic equity capital = 5.5 |

- iv. The TVOG at X is 16.25 (as per Part i.), at X+1 the stochastic value is the same as the intrinsic value, namely TVOG at X+1 is 0.

In the valuation in year X the guarantee applied in 2 of the 4 simulations, in year X+1 on the other hand neither in the CE path nor in any simulation of the distribution. This is due, on the one hand, to the change in the index in the period $[X, X+1]$, meaning that the level of the index is far away from the guarantee level. On the other hand it is also due to the much lower index volatility in the simulation. With a deviation of maximum $\pm 15\%$ in the overall distribution the level for triggering the guarantee is not reached and therefore the guarantee in the policy does not apply. Thus, in the CE and in every simulation the policyholder receives 95% of the level of the index and the insurer receives the remaining 5%.

Question 4. Economic Management & Steering

- a) Simply updating and communicating the results is necessary but not sufficient.

Regulatory expectations and reasons: the internal model must play a central role in enterprise steering and management. The company is thus interested in ensuring that risks are represented appropriately. It also ensures that Management is familiar with the internal model and its limitations. This constitutes an additional control mechanism for the internal model.

Examples in the three main subject areas:

- “Coordination with business activities”:
Cyber risks are modelled separately and also the allocation algorithm takes this growth field into account. The quality of the modelling for this important but still relatively new segment can be checked in the validation and particular attention paid to it over time.
 - “Understanding of the model”
Management is actively concerning itself with the question of the allocation of the diversification effect because it is relevant for steering and meeting targets in the growth field cyber. Training for Board members should ensure that the Board has a deeper understanding of the internal model’s structure and its main assumptions.
 - “Supporting decision-making processes”:
The internal model should be used in the steering and management of limits and triggers. The discussion about diversification allocation shows that the model is relevant for steering and management (for example, pricing). In the medium term, it can also be used for structuring the company’s own reinsurance cover.
- b) Advantages of the internal model in steering and management from a single unit perspective: allows more precise quantification of risks, higher granularity, allows better steering and management thanks to more possibilities in allocation (e.g., at Divisional level etc), allows appropriate (risk-adequate) representation of, e.g., reinsurance, allows readjustment and a higher degree of detail in the adjustment, allows an appropriate risk strategy and limit systems, transparency concerning risk drivers and value drivers, ratings agencies: it is a quality criterion and has a quantitative influence on the rating.

Option 1, rapid introduction would make sense given the benefits from the

single unit perspective. Depending on the size and standardisation of the business it could though make more sense, from a cost benefit perspective, to stick with the standard formula, especially if even greater efforts would be required. From the Group perspective using a consistent model framework within the Group has advantages: the results would be more consistent with the Group model, representation in the risk margin would correspond to the internal model framework and reinsurance could be considered more appropriately. On the other hand, from the Group point of view it would need to provide more support in constructing and operating the model than if the standard formula were used.

Option 2, introduction in some years would mean enough time for an orderly introduction, particularly for the use test too. Considering the use test, management and steering in the single unit would have to be adjusted accordingly.

Option 3 could be justified due to the lack of materiality and, if appropriate, to the custom fit of the standard formula assumptions. This would have to be presented in an appropriately transparent manner.

For the regulator use of the third option in particular would raise the question as to why the Group is ignoring the benefits of a uniform model framework for the single company.

c) Emerging Risks that could hamper the success of the cyber business (other examples possible):

- Rise in geopolitical conflicts: Increase in state-sponsored hacking attacks, lack of international cooperation to increase cyber security, loss levels and loss frequency from cyber business higher than expected, accumulation potential is underestimated.
- Artificial Intelligence (AI): Use of AI by hackers, for example, for phishing and to develop new viruses, deep fakes for identity theft, , loss levels and loss frequency from cyber business higher than expected
- Critical Infrastructure Blackouts: Due to the fact that much infrastructure is outdated, to increasing digitalisation and other reasons, the vulnerability of critical infrastructure has increased. Infrastructure blackouts can also make cyber attacks easier and more expensive (no back-ups available) and/or the cumulative risk of cyber and other risks (e.g., business interruption) may be underestimated.

Expected Activities: The Group should implement processes to identify, analyse and communicate emerging risks. With regard to the three risks named the relevance should be assessed together with experts, and if they are deemed relevant, they should be discussed as part of the risk strategy and appropriate/adequate measures should be approved. Results should be documented within the ORSA report. These risks ought to be monitored and regularly re-assessed in the light of greater experience and data.

d) Practical Aspects:

- Market power during negotiations is greater with the Group variant
- Group may have access to and/or know how concerning more alternatives such as ILS
- With the single unit variant: The single unit may have better access to the local reinsurance (RI) market
- With the single unit variant: Single units can adjust the RI arrangements more precisely to local market conditions and practices
- With the single unit variant: Relation to reinsurers can be actively managed. Smaller reinsurers can also be included in the panel since risks are more manageable and easily understood than in Group arrangements.

Steering and management aspects from the Group perspective (in the following: concentration on the Group variant, disadvantages are reversed for the single unit variant)

- Efficient use of capital: Risks can be retained in the Group if they are acceptable from a Group perspective. External reinsurance only necessary for risks going beyond what is acceptable for the Group.
- Similar: Diversification in the Group can be used efficiently and for structuring the reinsurance arrangements.
- Conditions of the reinsurance arrangements can be centrally steered and managed (e.g., inclusions and/or conditions that are deemed relevant centrally).
- Accumulations can be easily identified and managed.
- In the single units local capitalisation can be simply planned and managed.

- Distribution of reinsurance costs to the single units is not obvious and the key has to be decided.
- Gross steering of single companies in particular is simple, but net steering is complicated due to centralisation of the reinsurance arrangements.
- Allows central management of reinsurers and their credit rating.

Steering and management aspects from the single unit perspective (in the following: concentration on the single unit variant, disadvantages are reversed for the Group variant)

- Clear cost benefit ratio that can be steered and managed independently.
- Greater influence when structuring the reinsurance arrangements and hence better influence on single unit steering and management.

e) Basic possibilities:

- Risk reduction and/or avoidance through selective underwriting, targeted rejection of pandemic business and/or explicit exclusions of benefits related to pandemic risks in contracts

Pros/Cons: Effective since the unwanted risk can be totally avoided but is, however, dependent on effective wording and/or appropriate transparency in the portfolio in order to prevent pandemic risks continuing to be covered unconsciously. A big risk here is that parts of business that are actually wanted may get lost. Implementing this would be difficult, particularly if other providers on the market do not exclude pandemic cover of this nature. There is little leeway for management and steering -- limits would be more flexible here

- Reduction of pandemic exposure with the help of a limit system: e.g., on the basis of a pandemic scenario the risk appetite for, for example, the 200-year event is fixed in the risk strategy (alternatively: sums insured, etc.), implemented in limits and triggers and exposure is continuously monitored.

Pros/Cons: Efficient provided that the assumptions used when setting the limits were sufficiently accurate. Time-wise the measure will have an impact at renewal. For management and steering it has the advantage that business is still underwritten, possibly with stronger risk selection with regard to risk quality or higher. One particular advantage of a limit system is, from a management and steering perspective, the

flexibility and ongoing transparency concerning the exposure that can also be considered appropriately in the pricing.

- Adjustment of value-based insurance premium in order to reflect the increased reinsurance rates and/or to build up appropriate reserves in order to be able to bear higher retentions in the event of a pandemic (and reduced reinsurance).

Pros/Cons: From a management and steering perspective, risk-adjusted pricing is a central aspect of VBM when it comes to a value-based approach to the entire operation. However, any impact only comes with time, in particular, implementation of the new conditions requires a corresponding lead-in time in the portfolio. The possibilities for implementation are strongly dependent on the market environment

- Risk reduction through an alternative risk transfer on the capital market.. A bond could be issued whose redemption depends in part on the absence of a pandemic (e.g., in line with WHO classification).

Pros/Cons: Investors may be prepared to take on risk at a lower price than the reinsurer. However, additional administrative costs, which could be much higher with the capital market solution, would be relevant. Moreover there would be much less leeway when designing the conditions than there would be with a custom-fit reinsurance solution. Transparency for investors would be paramount. The effectiveness is similar to that of a direct reinsurance solution.