



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 13.06.2020

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 16 Seiten.
- Alle Antworten sind zu begründen und bei Rechenaufgaben muss der Lösungsweg ersichtlich sein.
- Bitte alle Antworten ausschließlich auf den dafür vorgesehenen Lösungsblättern notieren. Lösungen die auf dem Aufgabensatz eingetragen werden, können nicht in die Bewertung einbezogen werden.

Mitglieder der Prüfungskommission:

Prof. Dr. Anja Blatter, Dr. Thomas Viehmann, Dr. Ralph Schuster,
Dr. Markus Wadé, Benedikt Schierl

Aufgabe 1. Case Study – Analyse der ökonomischen Bilanz von VitaLife
 [Lernzielbezug: mm, dd, hh, jj][42 Punkte]

Für die folgende Fallstudie versetzen Sie sich in die Lage des Risikomanagers der VitaLife Lebensversicherung. Die VitaLife vertreibt klassische Kapitallebensversicherungen mit einer Storno-Option. VitaLife hat die folgende Solvency II Bilanz:

Aktiva

	Marktwert	Weitere Informationen
Immobilien	120	
Aktien	55	
Hypothekenschuldverschreibungen	133	Modifizierte Duration: 4 Jahre
Namenschuldverschreibungen	506	Nominalwert: 400; Durchschnittlicher Couponzins: 3,2%, modifizierte Duration: 12 Jahre, Marktzins 1%
Schuldscheindarlehen	230	Nominalwert: 200; Durchschnittlicher Couponzins: 3%; modifizierte Duration: 5, Marktzins 0%
Summe	1044	

Passiva

	Marktwert	Weitere Informationen
Eigenmittel	34	

Risikomarge	28	Risikomarge: 3% von (BEL + O&G)
Options & Garanties (O&G)	18	O&G: 2% von (BEL ohne O&G)
Best Estimate Liabilities (BEL) ohne O&G	924	Durchschnittlicher Rechnungszins: 2,8% (wird aktuell zur Diskontierung der BEL verwendet); Buchwert 760; Modifizierte Duration: 12, Marktzins 1%;
Pensionsrückstellungen	40	Modifizierte Duration: 30
Summe	1044	

Beachten Sie, dass die Duration der Namensschuldverschreibungen mit 12 zunächst auf die Duration der Technical Provisions abgestimmt wurde.

- (a) [8 Punkte] Betrachten Sie die zwei folgenden Szenarien: Szenario 1 beschreibt den Anstieg des 12-Jahreszinssatzes um 10 Basispunkte und Szenario 2 einen Rückgang um 10 Basispunkte. Alle anderen Zinssätze bleiben dabei unverändert. Berechnen Sie die Solvency II Ausgangsbilanz mit den Annahmen der Szenarien 1 und 2 neu und berechnen Sie die Veränderung der Solvency II Eigenmittel. Aktualisieren Sie die sich ändernden Positionen mit der vereinfachten Durationsmethode. Interpretieren Sie die Ergebnisse.

Szenario 1: (Bitte keine Eintragungen auf dem Aufgabensatz!)

Aktiva		Passiva	
Immobilien	120	Eigenmittel	?
Aktien	55	Risikomarge	?
Hypothekenschuldverschreibungen	133	O&G	?
Namensschuldverschreibungen	?	BEL (ohne O&G)	?

Schuldscheindarlehen	230	Pensions RST	40
Summe	?	Summe	?

Szenario 2: (Bitte keine Eintragungen auf dem Aufgabensatz!)

Aktiva		Passiva	
Immobilien	120	Eigenmittel	?
Aktien	55	Risikomarge	?
Hypothekenschuldverschreibungen	133	O&G	?
Namenschuldverschreibungen	?	BEL (ohne O&G)	?
Schuldscheindarlehen	230	Pensions RST	40
Summe	?	Summe	?

- (b) [8 Punkte] Es gilt: $\text{Speed-Ratio} = \Delta_{\text{Liabilities}} / \Delta_{\text{Assets}}$, wobei sich die Deltas aus der Differenz zwischen dem Ausgangsszenario und den in (a) beschriebenen Stressszenarien ergeben.
- (i) Berechnen Sie die Speed Ratio für die beiden Szenarien aus Teilaufgabe (a).
 - (ii) Begründen Sie warum mit den vorliegenden Rahmenbedingungen ein Unternehmen mit einer Speed-Ratio > 1 gegenüber Zinsrückgang exponiert ist.
- (c) [8 Punkte] Die Ausgangssituation wird nun insofern verändert, dass die Duration der Namenschuldverschreibungen nun bei 10 liegt und die der Best Estimate Liabilities bei 13. Nehmen Sie bei der Berechnung an, dass der Marktzins bei 1% bleibt. Berechnen Sie die Solvency II-Eigenmittel (Own Funds) neu.

Interpretieren Sie die Ergebnisse, gehen Sie dabei insbesondere auf den Unterschied zu den Ergebnissen aus Teilaufgabe (a) ein.

Aktiva		Passiva	
Immobilien	120	Eigenmittel	?
Aktien	55	Risikomarge	?
Hypothekenschuldverschreibungen	133	O&G	?
Namenschuldverschreibungen	?	BEL ohne O&G	?
Schuldscheindarlehen	230	Pensions RST	40
Summe	?	Summe	?

- (d) [8 Punkte] Die Geschäftsleitung der VitaLife möchte zwei Maßnahmen auf Seiten der Aktiva ergreifen, um das Anlagerisiko zu minimieren.
- (i) Die erste Maßnahme ist die Verlängerung der Duration der Assets. Diskutieren Sie ausführlich welche Herausforderungen bei der Operationalisierung auftreten, welche positiven Effekte erwartet werden und welche neuen Problemfelder entstehen können.
 - (ii) Nennen Sie eine zweite Maßnahme. Gehen Sie dabei insbesondere darauf ein, wie diese Maßnahme die Risikosituation verbessert und diskutieren Sie kurz welche Herausforderungen bei der Operationalisierung dieser Maßnahme auftreten können.
- (e) [10 Punkte] Der Produktvorstand der VitaLife möchte auch auf Seite der Passiva eine Maßnahme ergreifen und entscheidet sich für die Einführung einer Berufsunfähigkeitsversicherung. Nehmen Sie an, dass diese Entscheidung bereits vor einigen Jahren getroffen wurde und vergleichen Sie

die Situation nach der Einführung der Berufsunfähigkeitsversicherung unter den heutigen Bedingungen. In der Solvency II Bilanz aus Teilaufgabe (c) entfallen nun 20% der versicherungstechnischen Rückstellungen auf die Berufsunfähigkeitsversicherung, während 80% auf die klassische Kapitallebensversicherung entfallen. Die BU hat eine Duration von 6,5. Berechnen Sie die Durationslücke vor und nach der Einführung der Berufsunfähigkeitsversicherung. Verwenden Sie für die Berechnung den mit den Marktwerten gewichteten Mittelwert der Durationen von Hypothekenschuldverschreibungen, Namensschuldverschreibungen und Schuldscheindarlehen. Interpretieren Sie das Ergebnis.

Hinweis: Sollten Sie die Marktwerte aus Teilaufgabe (c) nicht berechnet haben, greifen Sie auf die Marktwerte aus Teilaufgabe a) zurück. Für die modifizierte Duration der Namensschuldverschreibungen verwenden Sie 10, für die modifizierte Duration der Best Estimate Liabilities 13.

Aufgabe 2. Case Study – Maßnahmen zur Verbesserung der Risikosituation [Lernzielbezug: dd] [18 Punkte]

- (a) [6 Punkte] In der Lebensversicherung spielen (zukünftige) Überschüsse eine wichtige Rolle:
- (i) Überschussentstehung: Beschreiben Sie wieso Überschüsse entstehen können und geben Sie ein Beispiel hierfür
 - (ii) Überschusszuteilung: Begründen Sie warum die Überschüsse der Lebensversicherung (teilweise) an den Versicherungsnehmer gegeben werden (müssen)
 - (iii) Überschussverwendung: Beschreiben Sie kurz, nach welcher Systematik die Überschüsse an den Versicherungsnehmer gegeben werden können und mit welchem Vor- und Nachteil (je ein Punkt) dies aus Sicht des Versicherungsnehmers einhergeht

Hinweis: es müssen keine Fachbegriffe aus der Lebensversicherung verwendet werden!

- (b) [4 Punkte] Beschreiben Sie wie die zukünftigen Überschüsse die Risikosituation des Versicherungsunternehmens beeinflussen können. Welche Randbedingungen (es genügen zwei) sind dabei zu beachten?
- (c) [8 Punkte] Beschreiben Sie eine Maßnahme, mit welcher das Versicherungsunternehmen seine Situation hinsichtlich der zukünftigen Überschüsse verbessern kann. Gehen Sie auf folgende Punkte ein und geben Sie jeweils zwei Argumente:
- (i) Begründung, warum die gewünschte Verbesserung erreicht wird
 - (ii) Herausforderungen bei der Operationalisierung
 - (iii) Entstehende Nachteile

Aufgabe 3. Bewertung, Risikokapital und Kapitalallokation [*Lernzielbezug: nn,oo*] [60 Punkte]

(a) **Kapitalallokationsprinzipien** [10 Punkte]

Die Euler-Allokation zu einem Risikomaß ρ für zwei Risiken X und Y , die zu einem Gesamtrisiko $Z = X + Y$ aggregiert sind, ist gegeben durch die Ableitung einer vorgegebenen Funktion ρ nach einer proportionalen Änderung des Gewichts der aktuellen Risiken (AR = allokiertes Risiko(kapital))

$$AR(X) = d/d\lambda|_{\lambda=1} \rho(\lambda X + Y)$$

(analog für Y).

- (1) Leiten Sie die Euler-Allokation für die Fälle her, dass ρ die Standardabweichung σ , der Value at Risk zum Konfidenzniveau α (VaR_α) sowie der Tail Value at Risk ($TVaR_\alpha$) ist. Nehmen Sie dabei an, dass die Verteilung gutartig ist, d.h. alle Dichten und Momente existieren und in Ihrer Ableitung treten keine maßtheoretischen Schwierigkeiten auf.

Hinweis: Schreiben Sie $\sigma(X) = (\text{Cov}(X, X))^{1/2}$ und den $VaR_\alpha(X)$ wie den $TvaR_\alpha(X)$ als bedingte Erwartung. Sie dürfen dabei ohne Begründung annehmen, dass sich die Bedingung des Erwartungswerts bei der Ableitung nicht ändert.

- (2) In welchen der drei Fälle oben ergibt sich ein auch unter anderem Namen eigenständig etabliertes Allokationsverfahren?
- (3) Diskutieren Sie die Praktikabilität der Allokation in den drei Fällen aus (1).

(b) Kapitalallokation [20 Punkte]

Die SecuroDrive Versicherung begibt eine Police für den Test selbstfahrender Autos. Um bei der neuen Technologie den Überblick zu behalten, werden die Unfälle in zwei Risikoklassen eingeteilt: Solche, die beim Vorwärtsfahren entstehen und solche, die beim Rückwärtsfahren entstehen. Mehrfachschäden sind ausgeschlossen. Aus Telematikauswertungen weiß die SecuroDrive Versicherung, dass die folgenden Schadenereignisse und -höhen auftreten können:

Vorwärtsfahren: Schadenhöhe 500 und Schadenhöhe 60 mit je 10% Wahrscheinlichkeit, Schadenhöhe 20 mit 20% Wahrscheinlichkeit.

Rückwärtsfahren: Schadenhöhe 200 und Schadenhöhe 60 mit je 10% Wahrscheinlichkeit, Schadenhöhe 20 mit 20% Wahrscheinlichkeit (alles unbedingte Wahrscheinlichkeiten).

Mit 20% Wahrscheinlichkeit verläuft der Test unfallfrei.

Benutzen Sie für den VaR den Simulationswert in der Verteilung rechts, d.h. beispielsweise, dass der ermittelte 75%-VaR von Realisierungen 0, 1, 2, 3 die 3 sei.

Im Folgenden werde für VaR und TVaR das Konfidenzniveau 60% benutzt. Folgende idealisierte Monte-Carlo-Realisierung wird benutzt:

Sim Nr.	Vorwärts	Rückwärts	Summe
1	0	200	200
2	0	60	60
3	0	20	20
4	0	20	20
5	0	0	0
6	0	0	0
7	20	0	20
8	20	0	20
9	60	0	60
10	500	0	500

(1) Berechnen Sie VaR und TVaR der Einzelrisiken und des Gesamtrisikos zum Konfidenzniveau 60%. Welcher „Mangel“ des VaR tritt zutage?

- (2) Führen sie die Allokation des Gesamt-Risikokapitals für den TVaR mit der TVaR-Allokation aufbauend auf (1) durch.
- (3) Benutzen Sie eine zu (2) analoge Allokationsmethode für den VaR. Diskutieren Sie anhand eines Beispiels, das Sie durch Modifikation der Realisierung aus der Einleitung entwickeln, warum diese Methode problematisch ist.
- (4) Machen Sie einen Lösungsvorschlag für die in (3) gefundene Problematik und begründen Sie ihn.

(c) **Arbitragefreiheit** [30 Punkte]

Die VitaLife Lebensversicherung hat eine Erlebensfallpolicy gegen Einmalbetrag mit Überschussbeteiligung begeben.

Kosten und Sterblichkeit werden in dieser Aufgabe vernachlässigt, d.h. mit 0 angenommen. Die Policy wird in 30 Jahren, im Jahr 2050, fällig, und sie wird dann 100 Geldeinheiten auszahlen.

Der kurzfristige Zins liegt für die nächsten Jahre bei 0%, der 30-jährige Zins beträgt heute 0,96%. Die Versicherungsnehmerin hat eine Prämie von 80 gezahlt, die kurzfristig in einen zweijährigen Bond mit Null-Zins „geparkt“ wurde. In zwei Jahren wird das Marktrisiko durch den Kauf eines 28-jährigen Zero-Coupon-Bonds glattgestellt (dies ist Äquivalent zu einer Abrechnung nach 2 Jahren). Fällt dabei ein Gewinn an, wird die Versicherungsnehmerin mit 50% an diesem beteiligt, Verluste trägt die VitaLife.

Folgende (Forward-)Zinssätze für einen in 2050 fälligen Bond werden beobachtet:

	30-J Zins zu t=0	29-J Zins zu t=1	28-J Zins zu t=2
	0,96%	1,00%	1,03%

Zur Bewertung wird eine Monte-Carlo-Simulation mit folgenden Pfaden benutzt. Der kurzfristige Zins ist fest bei 0%.

Pfad Nr	30-J Zins zu t=0	29-J Zins zu t=1	28-J Zins zu t=2
1	0,96%	0,36%	-0,5%
2	0,96%	0,36%	1,03%
3	0,96%	1,78%	1,03%
4	0,96%	1,78%	3,82%

Hinweis: Runden Sie im folgenden Bond-Preise auf ganze Geldeinheiten (der Rundungsfehler ist <0.1). Die Diskontfaktoren / Deflatoren für Jahr 0, 1, 2 sind aufgrund der Annahme kurzfristiger Zinsen von 0% jeweils eins.

- (1) Berechnen Sie den erwarteten Gewinn im sicheren Szenario (d.h. unter Verwendung der Forward-Sätze).
- (2) Berechnen Sie die jeweiligen Bond-Preise und führen Sie einen 1=1 Test durch. Übertragen Sie eine solche Tabelle auf Ihr Lösungsblatt und tragen Ihre Ergebnisse dort ein.

Pfad Nr.	Bondpreis t=0	Bondpreis t=1	Bondpreis t=2
1			
2			
3			
4			

- (3) Berechnen Sie die Optionen und Garantien.
- (4) Ein Zinsrückgang eines so langfristigen Zinssatzes auf unter 0% wird für makroökonomisch nicht realistisch gehalten. Daher wird Pfad Nr. 1 gestrichen. Die übrigen Pfade werden umgewichtet, so dass der 1=1 Test aufgeht. Berechnen Sie die Gewichte w_2, w_3, w_4 der verbleibenden Pfade.
- (5) Wie ändern sich die Ergebnisse für den erwarteten Gewinn im sicheren Szenario und die Optionen und Garantien?
- (6) Ihr Kollege hat auf der DAV-Webseite den Ergebnisbericht „Anforderungen an einen ökonomischen Szenariengenerator (ESG) und daraus resultierende Bewertungsszenarien in Bezug auf deren Arbitragefreiheit“ gelesen. Dort heißt es:

„Das Kapitalmarktmodell an sich muss nachweislich arbitragefrei sein. Diese Anforderung geht im Kontext von Solvency II neben Art. 22 DVO auch aus der Auslegungsentscheidung der BaFin vom 10.11.2016 klar hervor.

...

Nachträgliche Anpassungen an den Bewertungsszenarien (z.B. Capping, Flooring, Freezing, auch mit/nach einer möglichen Umgewichtung) sollten vermieden werden. Sie können gerechtfertigt sein, sofern sie nachweisbare Verzerrungen der Ergebnisse durch einzelne Ereignisse verhindern bzw. makroökonomische Überlegungen zu den Verteilungen der im

ESG projizierten Risikofaktoren dies notwendig machen und die [Martingal- und Leakage-, insbesondere 1=1-] Tests immer noch bestanden werden.

...

Zentrales Kennzeichen solcher erlaubter Anpassungen und deren Parametrisierung ist, dass diese nicht dazu dienen, eine Arbitragestrategie einzuführen, welche in der nachfolgenden Projektion explizit ausgenutzt wird.“

Diskutieren Sie, inwiefern das in (4) beschriebene Vorgehen eine erlaubte Anpassung im Sinne des Textes ist und inwieweit daher die Ergebnisse aus (5) valide sind. Nehmen Sie dabei an, dass die im Text-Ausschnitt gekürzten Referenzen auf Tests außer dem 1=1 Tests von ihrem Bewertungsvorgehen bestanden werden.

Aufgabe 4. Ökonomische Steuerung [Lernzielbezug: mm,oo,pp] [60 Punkte]

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.

Ihr Unternehmen betreibt ein partielles internes Modell für Nichtleben, das für Berichtszwecke vom Regulator anerkannt wurde.

Sie zeichnen Geschäft in folgenden Bereichen: Feuer (mit Naturkatastrophenexpositionierung), Haftpflicht (insbesondere Architekten- und Ärzthaftpflicht) sowie Cyber. Das Geschäftsfeld Feuer wurde als strategisches Wachstumsfeld identifiziert und soll ausgebaut werden.

Sie möchten in Ihrem Unternehmen eine VBM Steuerung einrichten.

- (a) [15 Punkte] Der Finanzvorstand stellt bei einem ersten Treffen zwei Fragen, um Ihnen auf den Zahn zu fühlen. Er bittet Sie, möglichst anschaulich zu antworten und in einfachen Worten zu begründen:

- (i) Frage 1: Welche Allokationsmethode des ökonomischen Kapitals ist aus Ihrer Sicht die beste für uns mit Blick auf unsere strategischen Ziele?

Nennen Sie drei unterschiedliche Allokationsverfahren und erklären Sie dem Finanzvorstand (der selber keine aktuarielle Ausbildung hat) jeweils die Grundidee der drei Verfahren. Geben Sie daraufhin pro Verfahren Pros und Cons aus Sicht der Gesellschaft und empfehlen Sie eines der Verfahren (begründen Sie Ihre Empfehlung!).

- (ii) Frage 2: Im Rahmen der Einführung des Internen Modells entwickeln wir auch einen „liability-driven“ Investmentprozess, der auf einer Replikation der Verbindlichkeiten beruht. Anschließend wird ein risikominimales Anlageportfolio bestimmt. Dieses wird durch das Asset Liability Management zu einem Ziel-Portfolio mit dem gewünschten Risiko-Rendite-Profil weiterentwickelt, bevor ein externer Investor, die tatsächlichen Anlage-Entscheidungen trifft. Dem Vorstand erscheint dies sehr aufwendig. Erläutern Sie ihm bitte die wichtigsten Vorteile dieses Vorgehens für Messung und Steuerung!

- (b) [10 Punkte] Das interne Modell soll den Use Test bestehen. Erläutern Sie, welches Interesse die Aufsicht an dem Use Test hat und empfehlen Sie der Gesellschaft für jeden der drei in dem Seminar aufgeführten Gesichtspunkte („Abstimmung auf Geschäftstätigkeiten“, „Verständnis des Modells“, „Unterstützung von Entscheidungsprozessen“) eine konkrete Maßnahme oder Argumentationslinie.
- (c) [10 Punkte] Der Vorstand beauftragt Sie mit der Untersuchung der Steuerung der unterschiedlichen Vertriebskanäle. Sie sollen untersuchen, ob und wie das Risikokapital in die Steuerung eingehen kann. Die einzelnen Vertriebskanäle werden, da das Volumen einzeln zu gering ist, nicht separat im internen Modell modelliert. Machen Sie Vorschläge, wie dennoch Risikokapital ermittelt werden können und welche Vor- und Nachteile dies für die Steuerung mit sich bringt. Diskutieren Sie anhand einer geplanten RoRaC Steuerung und überlegen Sie, wie den identifizierten Nachteilen begegnet werden kann.
- (d) [10 Punkte] Nach der erfolgreichen Einführung des Internen Modells stellen das ökonomische Kapital und die Solvenzquote die Grundlage bei der Diskussion der Risikostrategie dar. Die Ergebnisse des ORSA Prozesses finden nur am Rande Eingang. Sie möchten dies ändern. Beschreiben Sie welche wichtigen zusätzlichen Aspekte der ORSA in die Diskussion der Risikostrategie bringen kann, verglichen mit einem alleinigen Fokus auf das ökonomische Kapital (internes Modell).
- (e) [15 Punkte] Der Finanzvorstand ist von Ihrer Arbeit sehr angetan und er bittet Sie, ihn bei der Beurteilung von Vorschlägen zu helfen, die Mitarbeiter an das Innovations-Postfach gesendet haben. Geben Sie bitte jeweils eine kurze Einschätzung der positiven bzw. negativen Aspekte jeden Vorschlags sowie ein Votum, ob der Vorschlag weiterverfolgt werden soll:
- (i) Vorschlag 1) „Das ökonomische Kapital ist essenziell für die korrekte Risikomessung. Mit einer Verlagerung des internen Modells in eine Cloud können wir Modelländerungen aufgrund der Rechenleistung innerhalb weniger Stunden umsetzen. Wir sollten in der Folge, neue Erkenntnisse kontinuierlich im Modell aufnehmen und sofort in die Geschäftssteuerung einfließen lassen.“
 - (ii) Vorschlag 2) „Aktuell sind Lebensversicherer günstig zu haben und die Zinsen fallen bestimmt nicht weiter. Wir sollten die Gelegenheit nutzen.“

- (iii) Vorschlag 3) „Cyber wird doch völlig überschätzt. Wir sollten doch wieder in Motor einsteigen. Die Unfallzahlen gehen immer weiter zurück, d.h. weniger Schäden und alle Schäden sind nach einem Jahr erledigt.“
- (iv) Vorschlag 4) „Die Welt jenseits des ökonomischen Kapitals ist auch wichtig. Alles ist im Fluss. Wir sollten ein großes Team und einen umfassenden Prozess zur Identifikation und Analyse von Emerging Risks aufsetzen“
- (v) Vorschlag 5) „Anstatt der aktuellen Rückversicherung sollten wir lieber eine Kapitalmarktlösungen via CatBonds anstreben.“



DAV

DEUTSCHE
AKTUARVEREINIGUNG e.V.

Lösungs- vorschläge

Lösungshinweise Aufgabe 1:

a) Szenario 1: Anstieg des 12-Jahreszinssatzes um 10 Basispunkte:

Aktiva		Passiva	
Immobilien	120	Eigenmittel	38
Aktien	55	Risikomarge	28
Hypothekenschuldverschreibungen	133	O&G	18
Namensschuldverschreibungen	501	BEL ohne O&G	915
Schuldscheindarlehen	230	Pensionsrückstellungen	40
Summe	1039	Summe	1039

Berechnung der Veränderung des Marktwerts der Namensschuldverschreibungen mit der vereinfachten Durationsmethode:

$$d PV(r) = -Dur \cdot PV(r) \cdot dr = -Dur \cdot Nominalwert \cdot (Marktzins - Couponzins)$$

$$= -12 \cdot 400 \cdot (1,1\% - 3,2\%) = 100,8$$

Der neue Marktzins bei den Namensschuldverschreibungen beträgt nach einem Zinsanstieg um 10 bp nun 1,1%.

Berechnung des neuen Marktwerts der BEL mit der vereinfachten Durationsmethode:

$$d PV(r) = -Dur \cdot PV(r) \cdot dr = -Dur \cdot Buchwert \cdot (Marktzins - mittlerer Rechnungszins)$$

$$= -12 \cdot 760 \cdot (1,1\% - 2,8\%) = 155,04$$

Der neue Marktzins bei den Technical Provisions beträgt nach einem Zinsanstieg um 10 bp nun 1,1%.

Bemerkung: Ein Zinsanstieg um 10 bp führt zu einem Anstieg der Own Funds um 4.

Szenario 2: Rückgang des 12-Jahreszinssatzes um 10 Basispunkte:

Aktiva		Passiva	
Immobilien	120	Eigenmittel	27
Aktien	55	Risikomarge	29
Hypothekenschuldverschreibungen	133	O&G	19
Namenschuldverschreibungen	510	BEL ohne O&G	933
Schuldscheindarlehen	230	Pensionsrückstellungen	40
Summe	1048	Summe	1048

Der neue Marktzins beträgt nach einem Zinsrückgang um 10 bp nun 0,9%

Fazit: Ein Anstieg des Marktzinses um 10 bp führt zu einem Anstieg des Own Funds um 4; dagegen führt ein Zinsrückgang um 10 bp zu einem Rückgang der Own Funds um 7; Zinsänderungen wirken sich für VitaLife asymmetrisch auf das Eigenkapital aus.

b) Aufgabenteil:

- i. Zinsanstieg: Speed-Ratio = $(1001 - 1010) / (1039 - 1044) = 9/5$
Zinsrückgang: Speed-Ratio = $(1021 - 1010) / (1048 - 1044) = 11/4$
- ii. Bei einer Speed-Ratio > 1 kann man diese Fälle unterscheiden:
 - 1.) Delta_Assets < 0: Daraus folgt Delta_Liabilities < Delta_Assets, d.h. in diesem Fall keine Exponierung. Aus Delta_Assets folgt aber mit den Rahmenbedingungen, dass der Zins angestiegen ist
 - 2.) Delta_Assets > 0. Daraus folgt Delta_Liabilities > Delta_Assets, d.h. es liegt eine Exponierung vor. Da Delta_Assets > 0, handelt es sich um einen Zinsrückgang

c) Szenario 3: Veränderung der Durationen in der Ausgangssituation.

Aktiva		Passiva	
Immobilien	120	Eigenmittel	0
Aktien	55	Risikomarge	29
Hypothekenschuldverschreibungen	133	O&G	19
Namensschuldverschreibungen	488	BEL ohne O&G	938
Schuldscheindarlehen	230	Pensionsrückstellungen	40
Summe		Summe	

Eine kürzere Duration in den Aktiva bewirkt einen Rückgang des Marktwertes der Aktiva um 18; gleichzeitig führt eine längere Duration in den Passiva zu einem Anstieg des Marktwertes der Verbindlichkeiten um 16.

Fazit: Die Own Funds sind nun 0. Ein weiterer Zinsrückgang würde zu negativen Own Funds führen (Überschuldung).

d) Aufgabenteile:

- i. Positiver Effekt: Verlängerung der Duration der Aktiva, um diese näher an die Duration der Passiva zu bringen (Cashflow-Matching).

Herausforderungen: Verfügbarkeit von Anlagen mit langen Laufzeiten und „guten“ Rating-Klassen. Immenses Volumen notwendig, um auch kleine Verbesserungen zu erzielen.

Problemfelder: Durch die Umschichtung sinkt zwar das Zinsrisiko, es können aber Spread-, Aktien- und Immobilienrisiko steigen. D.h. es kommt nicht nur auf eine längere Duration an, sondern auch auf die Wahl der neuen Assets.

- ii. Zweite Maßnahme: Umschichtung der Assets hinsichtlich der Assetklassen, beispielsweise:
 - i. besseres Rating der Bonds, um Spreadrisiko zu reduzieren
 - ii. weniger Aktien/Immobilien, um Aktien/Immobilienrisiko zu reduzieren

Operationalisierung: Probleme auch hier beim Volumen, da meist große Teile des Portfolios umgeschichtet werden müssen, um erkennbare Erfolge zu erzielen. Bei Immobilien kann auch die Liquidierung zum Problem werden, wenn diese nicht im gewünschten Zeitraum oder zum gewünschten Preis verkauft werden können.

- e) Die modifizierte Duration aus mehreren Teilbeständen berechnet sich als das gewichtete Mittel der Einzeldurationen. Damit erhalten wir (jeweils gerundet auf 1 Nachkommastelle):

Modifizierte Duration der Aktivseite:

$$(133 \cdot 4 + 488 \cdot 10 + 230 \cdot 5) / (133 + 488 + 230) = 7,7$$

Durch die Einführung der Berufsunfähigkeitsversicherung verringert sich die Duration der Technical Provisions von 13 auf 11,7:

$$(80\% \cdot 13 + 20\% \cdot 6,5) = 11,7.$$

Die Modifizierte Duration der Passivseite beträgt vor der Einführung der Berufsunfähigkeitsversicherung:

$$((19+938) \cdot 13 + 40 \cdot 30) / (19+938+40) = 13,7 \text{ Jahre}$$

Die Modifizierte Duration beträgt nach der Einführung der Berufsunfähigkeitsversicherung:

$$(19+938) \cdot 11,7 + 40 \cdot 30 / (19+938+40) = 12,4 \text{ Jahre}$$

Durationslücke alt:

$$851/997 \cdot 7,7 - 13,7 = -7,1$$

Durationslücke neu:

$$851/997 \cdot 7,7 - 12,4 = -5,8$$

Es verringert sich auch die Durationslücke um 1,3

Da die BU-Versicherungen gegenüber den Kapitallebensversicherungen kurzlaufend sind ist die modifizierte Duration der Passivseite entsprechend niedriger. Die Höhe des Effekts hängt auch von der Höhe der Rückstellung ab, welche die BU Versicherungen innerhalb der gesamten Rückstellungen einnehmen. Hierdurch ist eine (geringe) entlastende Wirkung im Zinsrisiko (Zins down) zu erwarten, da die Durationslücke geringer wird.

Lösungshinweise Aufgabe 2:

- a) Überschussentstehung: Konservative Annahmen zur Berechnung des Preises (Vorsichtsprinzip das local GAAP) einer Versicherung im Vergleich zur Realität (Rechnungsgrundlagen 1. Ordnung). Beispiel: Dies können Annahmen zu Kosten, Zins und Biometrie sein.

Überschusszuteilung: In vielen Staaten liegt eine gesetzliche Grundlage zur Beteiligung der Versicherungsnehmer am erwirtschafteten Überschuss vor. Begründung: das Geld, mit welchem die Überschüsse erzielt werden, kommt vom Versicherungsnehmer. Ein weiterer Anreiz der Überschussbeteiligung ist die Abgrenzung von Wettbewerbern, da man mit einer höheren Überschussbeteiligung Kunden eher anspricht und hält.

Überschussverwendung: gängige Verfahren der Überschussverwendung sind die laufende Verwendung und der Schlussüberschuss. Vorteile des laufenden Überschusses für den Versicherungsnehmer ist, dass dieser ihm unwiderruflich zusteht. Nachteil: eventuell geringerer Gesamtwert der Überschüsse (bei Schlussüberschuss umgekehrt)

- b) Einfluss: Risikominderung, da das VU seine zukünftigen Überschüsse einbehalten kann (Änderung der Deklaration) und diese zur Risikominderung, also einer Verbesserung der SCR-Quote heranziehen kann. Dies ist ein starkes Instrument zur Verbesserung der Risikosituation.

Randbedingungen:

- a. Bei separater Simulation der verschiedenen Risiken muss darauf geachtet werden, dass der Minderungseffekt aus zukünftigen Überschüssen nicht doppelt berücksichtigt wird.
 - b. Die Verwendung von zukünftigen Überschüssen zur Risikominderung ist im Allgemeinen stark durch den Gesetzgeber reglementiert (Deutschland: Notfallparagraph)
- c) Beschreibung: Einführung eines neuen Produkts, welches hinsichtlich der zukünftigen Überschüsse aus Sicht des Versicherungsunternehmens effizient gestaltet ist:
- a. Das neue Produkt wird so designt, dass es optimal auf die Überschussentstehung (siehe 2a) abgestimmt ist. Beispielsweise geringe Kapitalbindung (z.B. reines Biometrieprodukt ohne Sparvorgang),

um den Zinsüberschuss zu optimieren. Risikoaufschläge auf Biometrie können den Risikoüberschuss positiv beeinflussen. Es kann auch der Fokus auf den Schlussüberschuss gelegt werden, um die Verbindlichkeiten gegenüber dem Versicherungsnehmer geringer zu halten.

- b. Operationalisierung: Die Einführung betrifft viele Bereiche des Unternehmens, welche sich entsprechend abstimmen müssen. Skizze einer möglichen Umsetzungskette: Produktentwicklung (Aktuariat) – Implementierung in der Bestandsführung (IT) – Ausrollen an den Vertrieb und Marketing
 Herausforderungen: Aktuariat: Produktdesign muss die unter (i) beschriebenen Vorteile bieten, aber trotzdem wettbewerbsfähig sein. IT: Das Produkt muss zur bestehenden IT-Landschaft passen. Vertrieb: Schulungen zum Produkt müssen erfolgen
- c. Nachteile: Es ist mit hohen Kosten zu rechnen (insbesondere Entwicklung und Vertrieb) und die Wirkung erfolgt im Normalfall erst nach mehreren Jahren

Lösungshinweise Aufgabe 3:

(a)

$$\begin{aligned}
 (1): \quad \sigma : AR(X) &= d/d\lambda|_{\lambda=1} \sigma(\lambda X + Y) = d/d\lambda|_{\lambda=1} (\text{Cov}(\lambda X + Y, \lambda X + Y))^{1/2} \\
 &= (d/d\lambda|_{\lambda=1} \text{Cov}(\lambda X + Y, \lambda X + Y)) / (\text{Cov}(X + Y, X + Y))^{1/2} \\
 &= \text{Cov}(X, X + Y) / \sigma(X + Y)
 \end{aligned}$$

mit $Q = \text{VaR}(X+Y)$:

$$\begin{aligned}
 \text{VaR:} \quad AR(X) &= d/d\lambda|_{\lambda=1} \text{VaR}(\lambda X + Y) = d/d\lambda|_{\lambda=1} E(\lambda X + Y \mid X+Y = Q) \\
 &= E(X \mid X+Y = Q)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{TVaR:} \quad AR(X) &= d/d\lambda|_{\lambda=1} \text{TVaR}(\lambda X + Y) = d/d\lambda|_{\lambda=1} E(\lambda X + Y \mid X+Y \geq Q) \\
 &= E(X \mid X+Y \geq Q)
 \end{aligned}$$

(2) σ : Kovarianzprinzip, TVaR: TVaR-Prinzip

(3) Kovarianzprinzip leicht umsetzbar. TVaR über Monte-Carlo gut machbar, wenn man den relevanten Bereich sinnvoll simulieren kann. Die Bedingte Erwartung für VaR ist über ein Maß von Kodimension 1 zu nehmen und deshalb oft sehr schwierig zu simulieren.



(b)

(1) VaR Vorwärts/Rückwärts: 20, gesamt 60. TVaR Vorwärts: 150, Rückwärts 75, Gesamt 205 (Mittel aus Sim 1, 2, 9, 10). VaR mit „negativer“ Diversifikation, da kein subadditives Risikomaß.

(2) Allokation VaR: Mitteln über Simulationen 1, 2, 9, 10: AR(Vorwärts) = 140, AR(Rückwärts) = 65

(3) Mitteln über Simulationen, die gleich dem VaR sind (Sims 2, 9): AR(Vorwärts) = AR(Rückwärts) = 30. Wenn Sim 9 bei Vorwärts jetzt 61 Schaden hätte, wäre AR(Vorwärts) = 0(!) und AR(Rückwärts) = 60, die Allokation ist also sehr instabil, was wiederum aus der Kodimension 1 (vgl. a) (3)) rührt.

(4) Man könnte (bei mehr Simulationen, ein Mittel über einen Bereich um den VaR nehmen, z.B. bei 1000 nach Schadenhöhen sortierten Simulationen über Nr. 550 bis 650 o.ä.

(c)

(1) CE-Bond-Preise konstant $75 = (1 + \text{Zins})^{-RLZ}$. Bei Prämie 80: Überschuss $80 - 75 = 5$, nach 50% VN-Beteiligung $5/2 = 2.5$.

(2) Bond-Preise

Pfad Nr	t=0	t=1	t=2
1	75	90	115
2	75	90	75
3	75	60	75
4	75	60	35
Mittel	75	75	75

1=1-Test perfekt bestanden.

(3) Überschüsse in den vier Simulationen: -35, 5, 5, 45. Nach VN-Beteiligung: -35, 2.5, 2.5, 22.5, Mittel: -1.875. O&G: Stochastisches Mittel – CE-Wert = $2.5 - (-1.875) = -4.375$

(4) Gleichungen: G1) $w_2 + w_3 + w_4 = 1$, G2) $90 w_2 + 60 w_3 + 60 w_4 = 75$, G3) $75 w_2 + 75 w_3 + 35 w_4 = 75$.

Aus $75 \cdot (G1) - (G3)$: $w_4 = 0$. Einsetzen in $(G2) - 60 \cdot (G1)$: $w_2 = 0.5$. Einsetzen in $(G1)$: $w_3 = 0.5$.

(5) CE-Wert unverändert = 2.5; TVOG ist nun 0.

(6) Basierend auf den Textauszügen wäre das Verfahren erlaubt. 1=1-Test geht per Konstruktion auf. Die Kapitalanlage ist nicht pfadabhängig, es wird also keine Arbitragestrategie eingeführt. Dennoch ist klar, dass die Bewertung drastisch von der Arbitrage beeinflusst wird. Insofern scheint es problematisch, wenn ein solches Verfahren für zulässig gehalten wird.

[Bedenken Sie jedoch, dass es sich hier um einen kurzen Auszug aus gut 3 Seiten dicht bedruckten Texts mit Fußnoten handelt und insofern hier nicht geprüft wird, ob es nicht weitere Hindernisse gibt. Außerdem sind echte Kapitalmarktmodelle und darauf aufbauende Unternehmensmodelle weit weniger transparent, so dass die Ursächlichkeit der Arbitrage für die günstigere Bewertung nicht im gleichen Maße zu Tage tritt.]

Lösungsvorschlag zu Aufgabe 4 (andere Lösungen ebenfalls möglich).

- a) Frage 1: Wir gehen im Folgenden von der zusätzlichen Annahme aus, dass die Gesellschaft einen VaR Ansatz unter SII verwendet und für das interne Modell Verteilungsfunktionen für die Modellierung von Einzelrisiken zusammen mit Abhängigkeitsannahmen verwendet.
- Euler Allokation: Jede Risikoeinheit erhält einen Beitrag proportional zum Risikobeitrag bei Ausbau der Position.

Pro: häufig methodisch wünschenswerte Eigenschaften (Denault Axiomatik). Stabil gegenüber Änderungen in den Risikoeinheiten.

Con: Ableitung in der Praxis schwer ermittelbar und schwer kommunizierbar. Information über Abhängigkeitsstrukturen im Tail notwendig. Änderungen in den Allokationseinheiten kompliziert umzusetzen.
 - VaR-proportionales Verfahren: jede Risikoeinheit erhält einen Beitrag proportional zu Ihrem Anteil an undiversifiziertem Value at Risk (Risiko-kapital).

Pro: einfach zu kommunizieren. Änderungen in den Allokationseinheiten relativ einfach umzusetzen.

Con: relativer Diversifikationseffekt bei jeder Einheit gleich. Abhängigkeiten werden vom Algorithmus nicht berücksichtigt. Nicht stabil gegenüber Änderungen in Risikoeinheiten.
 - Kovarianzprinzip: jede Risikoeinheit erhält einen Beitrag proportional zu Ihrem Anteil an der Gesamtschwankung. Diversifikationsverbessernde Risiken werden belohnt.

Pro: explizite Berücksichtigung von linearen Abhängigkeiten.

Con: Nicht stabil gegenüber Änderungen in den Risikoeinheiten.

Es ist zu erwarten, dass das strategisch avisierte Feuergeschäft die Diversifikation deutlich verbessert. Um diese Wachstumsambition zu unterstützen sollte eine Methodik gewählt werden, die Abhängigkeiten berücksichtigt. Aufgrund der einfacheren Umsetzung und Kommunikation wird das Kovarianzprinzip vorgeschlagen.

NB: auch eine ausführliche Untersuchung unterschiedlicher Zuschnitte von Risikoeinheiten würde gewertet werden.

Frage 2: Kern des Unternehmens ist das Versicherungsgeschäft. Daher grundsätzlich sinnvoll, bei der Kapitalanlage die Erfüllung der erwarteten Verbindlichkeiten in den Mittelpunkt zu stellen.

- Da Veränderungen der Marktparameter (Zinsen, Währungen) sowohl Asset als auch Liability-Seite betreffen, können – auf Basis des Replikations-Portfolios und des tatsächlichen Anlageportfolios – Markt Risiken und mögliche Verluste im internen Modell simuliert werden. Tendenziell steigt das Risiko je weiter Anlageportfolio und Verbindlichkeiten mit Blick auf Währungsmix und Duration voneinander abweichen.
- Die verschiedenen Arbeitsschritte im liability-driven Investmentprozess ermöglichen eine klare Trennung der Aufgaben zwischen Risikomanagement, ALM und Investor. Mit der Aufgabentrennung sind ein klar definiertes Mandat und eine differenzierte Erfolgsmessung verbunden.
- Im Rahmen der Steuerung kann der Risikoappetit des Vorstands für bestimmte Kapitalmarktrisiken über Limite implementiert werden, z.B. ein übergreifendes AL-Mismatch Limit, Limite für einzelne Asset-Klassen oder ein Limit für den Investor in welchem Umfang er von dem strategischen Risiko-Rendite-Ziel Portfolio von ALM abweichen darf, um taktische Opportunitäten wahr zu nehmen.

b)

- Interesse Aufsicht: sobald das interne Modell in der Geschäftssteuerung eine zentrale Rolle spielt, 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.

- Feld „Abstimmung auf Geschäftstätigkeiten“:
Das Wachstumsfeld „Feuer“ wird separat modelliert und auch der Allokationsalgorithmus (siehe Aufgabe a) trägt diesem Wachstumsfeld Rechnung. Weitergehend wird empfohlen, die Güte der Modellierung für dieses relativ kleine Segment in der Validierung zu prüfen und im Zeitverlauf zu beobachten.
- Feld „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 Feuer relevant ist. Das weitere Verständnis des Modells sollte über Schulung des Vorstands bei Einführung des internen Modells aufgebaut werden.
- Feld „Unterstützung von Entscheidungsprozessen“:
Das interne Modell sollte Eingang in die Limit- und Trigger-Steuerung finden. Die Diskussion zu der Diversifikationsallokation zeigt bereits, dass das Modell für die Steuerung (beispielsweise Tarifierung) relevant ist. Mittelfristig kann es auch für die Strukturierung eines eigenen Rückversicherungsschutzes genutzt werden.

c)

- Die in der Risikoallokation verwendeten Risikoeinheiten müssen mit dem Schnitt der Vertriebseinheiten verglichen werden. Voraussichtlich zeichnen die Vertriebseinheiten in unterschiedlichen Risikoeinheiten, so dass sich jede Risikoeinheit aus Portfolios mehrerer Vertriebseinheiten zusammensetzt. Dies kann mit Hilfe eines Mappings beschrieben werden.
- Das allozierte Risikokapital jeder Risikoeinheit kann nach einem vorgegebenen Schlüssel weiterverteilt werden. Einfache Schlüssel wären beispielsweise Prämien, Schadenerwartungswerte oder eventuell auch Schwankungen.
- Ein Herunterbrechen des Risikokapitals auf Vertriebskanäle hat den Vorteil, dass diese granularer und risikogerechter (d.h. bezüglich der Risikozusammensetzung adäquater) gesteuert werden können. Ein Nachteil ist aber, dass die sehr granulare Allokation volatil sein wird, insbesondere bei sehr kleinen Vertriebskanälen. Die Anforderung an Datenverfügbarkeiten ist hoch, insbesondere wenn kompliziertere Schlüssel wie Schadenerwartungswerte oder Schwankungen verwendet werden sollen. Bei der RoRaC Steuerung bewirken bereits geringere Veränderungen im Risikokapital eine starke Veränderung der Kennzahl.

Den angesprochenen Nachteilen kann begegnet werden, indem der Allokationsmechanismus einfach gewählt wird (z.B. Prämie). Auch eine Glättung über die Zeit (beispielsweise per Credibility-Ansatz) ist denkbar. Zusätzlich zu der RoRaC Steuerung sollte auf jeden Fall auch eine stabilere Kennzahl (wie zum Beispiel Combined-Ratio) verwendet werden.

d)

- ORSA erfordert einen wesentlich weiteren Blick als die im internen Modell betrachteten Risiken und des über den 1-Jahres-Horizont berechneten Value at Risks für die Bestimmung des ökonomischen Kapitals.
- ORSA umfasst die Diskussion und Bewertung aller Risiken, denen das Unternehmen derzeit oder in Zukunft möglicherweise ausgesetzt ist. Die Bestimmung der erforderlichen Eigenmittel, um die Solvabilität über den Geschäftsplanungshorizont hinweg sicherzustellen, wobei dabei mögliche unerwartete nachteilige Umstände zu berücksichtigen sind. Darüber hinaus ist die Wirksamkeit des eigenen Risikomanagements, der Prozesse und die Angemessenheit der Ergebnisse zu bewerten.
- Konkret bedeutet dies die Ausweitung des 1-Jahres-Horizon auf typischer Weise drei bis fünf Jahre, die Berücksichtigung weiterer (auch nicht oder schwer quantifizierbarer) Risiken wie z.B. politische Entwicklungen, strategische Risiken oder Emerging Risks. Im ORSA können auch Expertenmeinung aufgenommen werden und relevante Gefahren bspw. durch Szenarien beschrieben werden.
- Um Risiken adäquat zu bewerten und einzuordnen werden im ORSA Geschäfts- und Risikostrategie gemeinsam betrachtet. So wird neben Solvenz nach internem Modell auch die Kapitalstärke nach Local Gaap oder das Ratingkapital diskutiert, soweit es für den Erfolg der Geschäftsstrategie relevant ist.
- Beurteilung der Prozesse des Risikomanagements kann Aufschluss über die Effizienz der Organisation geben, aber auch mögliche Verbesserungspotenziale bei der Risikokultur innerhalb des Unternehmens aufzeigen.
- All diese Aspekte sind bei Diskussion der Risikostrategie, z.B. Anpassung oder Einführung von Limiten sehr relevant. Dies gilt insbesondere in einer Phase mit einem schwierigen Marktumfeld mit neuen Risiken, Verschiebungen innerhalb des Geschäftssegmente oder bei der Diskus-

sion neuer Produkte. Schließlich erfordert auch die Einführung des Internen Modells eine Einordnung der vielfältigen Auswirkungen im Rahmen der Geschäfts- und Risikostrategie.

e)

- Vorschlag 1:
Con: Das Geschäft benötigt verlässliche Rahmenparameter als Grundlage für die aktuelle Geschäftsperiode. Daher ist abgestimmtes Timing und klare Kommunikation im Vorfeld von Änderungen unbedingt erforderlich, um Akzeptanz und Effektivität des Internen Modells zu gewährleisten. Bei kontinuierlichen Änderungen ist dies nicht darstellbar.
Pro: Ein interessanter Aspekt des Vorschlags könnte die höhere Rechenleistung in der Cloud sein. Zusätzliche Analysen, z.B. what-if Szenarien, könnten sich damit schneller und flexibler durchführen lassen. Cloud könnte auch von Seiten der Kosten attraktiv sein.
Votum: Kontinuierliche Modelländerungen nicht weiterverfolgen. Umsetzung in der Cloud prüfen.
- Vorschlag 2:
Con: Wir haben bisher keine Expertise auf Seite des Lebensgeschäfts, sowohl Versicherungsseitig als bei der Steuerung der entsprechenden Kapitalanlagen. Vorschlag basiert auf Wette bzgl. der künftigen Zinsentwicklung. Auch falls Zinsen „nicht weiter fallen“ – abhängig von den Produkten im Portfolio des jeweiligen Unternehmens – kann Geschäftsmodell kritisch bleiben bzw. für Kunden unattraktiv.
Votum: Nicht weiterverfolgen.
- Vorschlag 3:
Con: Motorschäden nicht immer nach einem Jahr erledigt, z.B. long term care aus Haftpflicht. Weniger Schäden bedeuten nicht automatisch ein gutes Geschäft (d.h. attraktive Margen), sondern nur das das Risiko sinkt, d.h. weniger Versicherungsbedarf. Darüber hinaus stellt Cyber ein umfassendes Risiko dar, dass wenn nicht über eigene Produkte auch immer weiter in etablierte Geschäftssegmente eindringen wird (z.B. auch in Motor.)
Pro: Bei Motor ist intern voraussichtlich mehr Expertise noch vorhanden als bei Cyber.
Votum: Nicht weiterverfolgen.
- Vorschlag 4:
Con: Einführung eines „großen Teams“ und „umfassenden Prozesses“ wäre mit erheblichen Kosten und der Bindung interner Ressourcen verbunden. Angesichts des limitierten Geschäftsfokus des Unternehmens ist nicht klar, ob ein entsprechender Mehrwert entstünde

Pro: Grundsätzlich gibt es viele Anzeichen einer gestiegenen Dynamik von Veränderungen bei Technologie, Gesellschaft, Wirtschaft und Politik. Diese Änderungen wirken sich auch auf die Risikolandschaft sowie das Geschäftsmodell von Versicherern aus. Eine Analyse, wie diese Änderungen das Unternehmen betreffen könnten, und welche Steuerungsmöglichkeiten es gibt, ist daher grundsätzlich sinnvoll. Insbesondere, da diese Aspekte sich typischer Weise nur bedingt im ökonomischen Kapital wiederfinden

Votum: Prüfung einer ressourcen-schonenden Analyse von Emerging-Risks.

- Vorschlag 5:

Con: Cat Bonds sind typischer Weise aufwendiger als Rückversicherung. Das Unternehmen hat darüber hinaus Expertise mit bestehendem Programm. Rückversicherung lässt auch flexiblere Gestaltung bspw. zur Unterstützung der Verschiebung bei den Geschäftssegmenten. Bei aktueller Marktlage (mit viel verfügbarem Kapital) sind Preise für Rückversicherungen auch attraktiv.

Pro: CatBonds könnte vorteilhaft sein bei großen Volumina und zur Vermeidung von Kreditrisiko.

Votum: Eher nicht weiterverfolgen bzw. Kosten in einer kleinen Analyse vergleichen.



DAV

DEUTSCHE
AKTUARVEREINIGUNG e.V.

Written Examination CERA Module D

Economic Capital in Enterprise Management

pursuant to Examination Regulations 2.0
of the *Deutsche Aktuarvereinigung* e. V.
for the additional qualification as a CERA

Date: 13.06.2020

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 14 pages.
- Give reasons for your answers. You must show your working out for any questions that involve calculations.
- Please note your answers only on the provided solution sheets. Answers on the exercise sheet cannot be marked.

Members of the Examinations Committee:

Prof. Dr. Anja Blatter, Dr. Thomas Viehmann, Dr. Ralph Schuster,
Dr. Markus Wadé, Benedikt Schierl

Question 1. Case Study – Analysis of the economic balance sheet of VitaLife [42 marks]

For the following case study imagine you are the Risk Manager at VitaLife life insurance company. VitaLife sells classic endowment insurance policies with an option to cancel / surrender. VitaLife has the following Solvency II balance sheet:

Assets

	Market Value	Further Information
Real estate	120	
Equities	55	
Mortgage bonds	133	Modified duration: 4 years
Registered bonds	506	Nominal value: 400; average coupon: 3.2%, modified duration: 12 years, market interest rate 1%
Promissory note loans	230	Nominal value: 200; average coupon: 3%; modified duration: 5, market interest rate 0%
Total	1044	

Liabilities

	Market Value	Further Information
Own funds	34	
Risk margin	28	Risk margin: 3% of (BEL + O&G)

Options & Guarantees (O&G)	18	O&G: 2% of (BEL without O&G)
Best Estimate Liabilities (BEL) without O&G	924	Average actuarial interest rate: 2.8% (currently used to discount the BEL); book value 760; modified duration: 12, market interest rate 1%;
Pension reserves	40	Modified duration: 30
Total	1044	

Note that the duration of the registered bonds at 12 was initially aligned with the duration of the technical provisions.

- (a) [8 marks] Consider the following two scenarios: Scenario 1 describes the rise in the 12-year annual interest rate by 10 basis points and scenario 2 a fall by 10 basis points. All other interest rates remain unchanged. Recalculate the changing positions in the original Solvency II balance sheet using the simplified duration method and calculate the change in the Solvency II Own Funds. Interpret your results.

Scenario 1: (no entries on the question sheet, please!)

Assets		Liabilities	
Real estate	120	Own funds	?
Equities	55	Risk margin	?
Mortgage bonds	133	Options & Guarantees (O&G)	?
Registered bonds	?	Best Estimate Liabilities (BEL) without O&G	?
Promissory note loans	230	Pension reserves	40
Total	?	Total	?

Scenario 2: (no entries on the question sheet, please!)

Assets		Liabilities	
Real estate	120	Own funds	?
Equities	55	Risk margin	?
Mortgage bonds	133	Options & Guarantees (O&G)	?
Registered bonds	?	Best Estimate Liabilities (BEL) without O&G	?
Promissory note loans	230	Pension reserves	40
Total	?	Total	?

- (b) [8 marks] Speed ratio = delta liabilities / delta assets, whereby the deltas are produced from the difference between the original scenario and the stress scenarios described in Question 1(a) above.
- (i) Calculate the speed ratio for both scenarios from Question 1(a) above.
- (ii) Explain why, under the conditions given, a company with a speed ratio of > 1 is exposed to a fall in interest rates.
- (c) [8 marks] The original situation is now changed in that the duration of the registered bonds is now 10 years and that of the Best Estimate Liabilities is now 13 years. In your calculations, assume that the market interest rate is 1%. Recalculate the Solvency II Own Funds.

Interpret the results, make particular reference to the difference to the results in Question 1(a) above.

Assets		Liabilities	
---------------	--	--------------------	--

Real estate	120	Own funds	?
Equities	55	Risk margin	?
Mortgage bonds	133	Options & Guarantees (O&G)	?
Registered bonds	?	Best Estimate Liabilities (BEL) without O&G	?
Promissory note loans	230	Pension reserves	40
Total	?	Total	?

- (d) [8 marks] The management of VitaLife wants to take two measures on the assets side of the balance sheet.
- (i) The first measure is to extend the duration of the assets. Discuss in detail what challenges could arise in the 'operationalisation', what positive effects can be expected and what new problems could be created.
 - (ii) Name a second measure. Make particular reference to how this measure improves the company's risk and briefly discuss which challenges could arise in the 'operationalisation' of this measure.
- (e) [10 marks] The VitaLife board member responsible for products wants to take a measure on the liabilities side of the balance sheet and decides to launch an income protection product. Assume that this decision was taken a few years ago and compare the situation following the launch of the income protection product with that under current conditions. In the Solvency II balance sheet from Question 1 (c) above 20% of technical provisions are now used for the income protection product whilst 80% are being used for the classic endowment product. The income protection product has a duration of 6.5. Calculate the duration gap before and after the launch of the income protection product. For your calculation use the average of the durations of the mortgage bonds, registered bonds and promissory note loans weighted with the market values. Interpret the results.

Note: If you have not calculated the market values from Question 1 (c), you may use the market values from Question 1 (a). For the modified duration of the registered bonds use 10; for the modified duration of the Best Estimate Liabilities use 13.

Question 2. Case Study – Measures to improve the risk situation [18 marks]

- (a) [6 marks] In life insurance (future) surpluses are very important:
- (i) Origin: Describe why surpluses can arise and give one example
 - (ii) Allocation: Explain why (some) surpluses in life insurance are (have to be) allocated to policyholders
 - (iii) Participation: Briefly describe the system by which surpluses can be allocated to policyholders and indicate the advantage and disadvantage (one mark for each) this can have from the policyholder perspective

Note: you do not need to use technical terms from life insurance!

- (b) [4 marks] Describe how future surpluses can affect the risk situation of an insurance company. What ancillary conditions should be considered (name two)?
- (c) [8 marks] Describe one measure an insurance company can take to improve its situation concerning future surpluses. Mention the following points and give two arguments for each:
- (i) Reasons why the desired improvement is achieved
 - (ii) Challenges in operationalisation
 - (iii) Disadvantages that may arise

Question 3. Valuation, Risk capital and capital allocation [60 marks]

(a) Capital allocation principles [10 marks]

Euler allocation to a risk measure ρ for two risks X and Y that are aggregated to a total risk $Z = X + Y$ is given by deriving a prescribed function ρ following a proportional change in the weighting of the current risks (AR = allocated risk (capital))

$$AR(X) = d/d\lambda|_{\lambda=1} \rho(\lambda X + Y)$$

(analogue for Y).

- (1) Derive the Euler allocation for the cases that ρ is the standard deviation σ is the Value at Risk at a confidence interval α (Var_α) as well as the Tail Value at Risk ($TVar_\alpha$). Assume that the distribution is benign, i.e., that all densities and moments exist and that no measure theory difficulties arise in your derivation.

Note: Write $\sigma(X) = (\text{Cov}(X, X))^{1/2}$ and the $Var_\alpha(X)$ and the $Tvar_\alpha(X)$ as a conditional expectation. You may assume, without justification, that the condition of the expected value does not change in the derivation.

- (2) In which of the three cases above do you have an independently established allocation procedure even under a different name?
- (3) Discuss the practicability of the allocation in the three cases of (1).

(b) Capital allocation [20 marks]

SecuroDrive Insurance is issuing a policy for the testing of driverless cars. In order to stay abreast of the new technology, accidents are divided into two risk classes: those which occur when the car is moving forwards and those which occur when the car is reversing. Multiple cases are excluded. From its analysis of the telematics, SecuroDrive Insurance discovers that the following claims and claims amounts can occur:

Driving forwards: claim amount 500 and claim amount 60 both with a 10% probability, claim amount 20 with 20% probability.

Reversing: claim amount 200 and claim amount 60 both with 10% probability, claim amount 20 with 20% probability (all unconditional probabilities).

At 20% probability the test presents no accidents.

Use the simulation value in the distribution on the right for the VaR, i.e. for example, the 75%-VaR determined for realisations 0, 1, 2, 3 is 3.

In the following table the confidence level 60% is used for the VaR and TVaR. The following idealised Monte-Carlo realisation is used:

Sim No.	Forwards	Reverse	Total
1	0	200	200
2	0	60	60
3	0	20	20
4	0	20	20
5	0	0	0
6	0	0	0
7	20	0	20
8	20	0	20
9	60	0	60
10	500	0	500

(1) Calculate the VaR and TVaR for the single risks and the total risk at a confidence level of 60%. Which VaR "shortfall" comes to light?

(2) Perform the allocation of the total risk capital for the TVaR with the TVaR allocation building on (1).

(3) Use an allocation method analogue to (2) for the VaR. Using an example that you develop by modifying the realisation from the introduction discuss why this method is problematic.

(4) Propose a solution to the problem found in (3) above and give reasons for your answer.

(c) **No-arbitrage** [30 marks]

VitaLife Life Insurance has issued a single premium endowment policy with with-profits bonus participation.

Costs and mortality can be considered to be negligible in this question, i.e., they are assumed to be 0. The policy is due to mature in 30 years, in 2050, and will then pay out 100 monetary units.

For the next few years the short-term interest rate is 0%, the 30-year interest rate is today 0.96%. The policyholder has paid a premium of 80 which, for the short term, has been "parked" in a two-year bond with a zero interest rate. In two years the market risk will be closed purchasing a 28-year zero-coupon bond (this is the equivalent of settlement after two years). If this generates any profit, 50% of the profit will be shared with the policyholder; any losses will be borne by VitaLife.

The following (forward-) interest rates for a bond maturing in 2050 are considered:

	30-yr interest at t=0	29- yr interest at t=1	28- yr interest at t=2
	0.96%	1.00%	1.03%

A Monte-Carlo simulation with the following paths is used for valuation. The short-term interest rate is fixed at 0%.

Path No	30-yr interest at t=0	29- yr interest at t=1	28- yr interest at t=2
1	0.96%	0.36%	-0.5%

2	0.96%	0.36%	1.03%
3	0.96%	1.78%	1.03%
4	0,96%	1.78%	3.82%

Note: In the following round up bond prices to whole monetary units (the rounding error is <0.1). The discount factors / deflators for years 0, 1, 2 are each 0 due to the assumption of short-term interest rates being 0%.

- (1) Calculate the expected profit in the certainty equivalent scenario (i.e., using the forward rates).
- (2) Calculate the respective bond prices and perform a 1=1 test, preferably using a table with the following format. Transfer such a table to your solution sheet and insert your results there.

Path No.	Bond price t=0	Bond price t=1	Bond price t=2
1			
2			
3			
4			

- (3) Calculate the Options and Guarantees.
- (4) Macro-economically, it is not considered realistic that such a long-term interest rate could drop to below 0%. Therefore Path no. 1 is deleted. The remaining paths are reweighted so that the 1=1 test works. Calculate the weights w_2, w_3, w_4 of the remaining paths.
- (5) How do the results for the certainty-equivalent expected profit and for the options and guarantees change?
- (6) Your colleague has read the report on the DAV website on "Requirements of an Economic Scenario Generator (ESG) and resulting valuation scenarios concerning no-arbitrage". It says:

“The capital market model per se must be proven to have no arbitrage. In the context of Solvency II this requirement is clearly stated, in addition to Article 22 of the Implementing Regulation, in the interpretation decision of the German regulator (BaFin) dated 10.11.2026.

...

Retrospective adjustments to the valuation scenarios (e.g., capping, flooring, freezing, also with / following possible changes to weightings should be avoided. They can be justified if they prevent demonstrable distortions in results caused by single events and/or if macro-economic considerations concerning the distribution of the risk factors projected in the ESG make this necessary and the [Martingale and leakage, particularly 1=1-], tests are still passed.

...

One central feature of such permitted adjustments and their parameterisation is that they must not introduce an arbitrage strategy that is explicitly exploited in the subsequent projection.”

Discuss how the process described in (4) above constitutes a permitted adjustment in the sense of the text and to what extent the results from (5) are therefore valid. Assume that the references to tests in the extract are passed with regard to the valuation procedure with the exception of the 1=1 test.

Question 4. Value-Based Steering and Management [60 marks]

Note: Please bear in mind that the number of marks awarded will depend to a great extent on your working out and on the reasoning for your answer as there will often be more than one answer possible. Please use only the information provided. You should only make and define any further assumptions that you may require for your answer in case of doubt.

Your company uses a partial internal model for non-life business which has been accepted by the regulatory authority for reporting purposes.

You underwrite business in the following lines: fire (with exposure to natural catastrophes), liability (in particular professional liability for architects and medical liability for doctors) as well as cyber risk. Fire was identified as a strategic field of growth and shall be further expanded.

You wish to implement value-based management (VBM) in your company.

- (a) [15 marks] At an initial meeting the Chief Financial Officer (CFO) asks you two challenging questions. He asks you to reply as clearly and comprehensively as possible and to explain your answers in simple terms:
- (i) Question 1: In your opinion which allocation method for economic capital is the best one for our company given our strategic objectives?
- Name three different allocation methods and explain to the CFO (who does not have actuarial training) the underlying principle of each of the three methods. For each method, list the pros and cons from the company's perspective and recommend one of the methods (giving reasons for your recommendation).
- (ii) Question 2: As part of the introduction of the internal model we are also developing a liability-driven investment process that is based on replication of our liabilities. Afterwards we will determine a risk minimal investment portfolio. This will be further developed by Asset Liability Management into a target portfolio with the desired risk-return profile before an external investor makes the actual investment decisions. The board member feels that this is very complicated. Explain to him the key advantages of this procedure for measurement and steering!
- (b) [10 marks] The internal model should pass the use test. Explain what interest the use test has for the regulatory authorities and recommend to

the company a concrete measure or line of reasoning for each of the three aspects covered in the seminar ("Appropriate for the business activities of the undertaking", "Understanding of the model", "Support of decision-making processes").

- (c) [10 marks] The CFO instructs you to examine the management and steering of the various distribution channels. You are to investigate whether and how the risk capital can be used in the management and steering process. The individual distribution channels are not modelled separately in the internal model as, on its own, the volume is too low. Make proposals as to how the risk capital can nevertheless be determined and what advantages and disadvantages this would have for management and steering. Discuss using planned RoRaC steering and management and consider how the disadvantages identified can be addressed.
- (d) [10 marks] Following the successful introduction of the internal model, the discussion of the risk strategy now turns to the economic capital and the solvency ratio. The results of the ORSA process are only included on the sidelines. You would like to change this. Describe which important additional aspects ORSA can provide for the discussion of the Risk Strategy compared to a sole focus on economic capital (internal model).
- (e) [15 marks] The CFO is very pleased with your work and asks you to help him assess proposals that staff have submitted to the innovation suggestion scheme. In each case give a brief assessment of the positive or negative aspects of each proposal as well as your opinion as to whether or not the proposal ought to be followed up:
- (i) Proposal 1) "Economic capital is essential for the correct measurement of risk. Shifting the internal model into a cloud will enable modifications to the model to be made within a few hours thanks to the IT processing capacity. Subsequently, we ought to constantly include new findings in the model and incorporate them into enterprise management immediately."
 - (ii) Proposal 2) "At present life insurers can be acquired cheaply and interest rates are surely not going to drop any further. We ought to strike while the iron's hot."
 - (iii) Proposal 3) "Cyber cover is totally overestimated. We ought to get back and re-enter into motor insurance. Accident figures are getting lower and lower, that means fewer claims and all claims are settled after one year."

- (iv) Proposal 4) "The world beyond economic capital is important too. Everything is in a state of flux. We ought to convene a large team and create a comprehensive process to identify and analyse emerging risks."
- (v) Proposal 5) "Rather than sticking with our current reinsurance arrangements we ought to aim for a capital markets solution via cat bonds."



DAV

DEUTSCHE
AKTUARVEREINIGUNG e.V.

Model Answers

Model Answer Question 1:

a) Scenario 1: Increase in 12-year interest rate by 10 basis points

Assets		Liabilities	
Real estate	120	Own funds	38
Equities	55	Risk margin	28
Mortgage bonds	133	Options & Guarantees (O&G)	18
Registered bonds	501	Best Estimate Liabilities (BEL) without O&G	915
Promissory note loans	230	Pension reserves	40
Total	1039	Total	1039

Calculation of the change in the market value of the registered bonds using the simplified duration method:

$$\begin{aligned}
 dPV(r) &= -Dur \cdot PV(r) \cdot dr \\
 &= -Dur \cdot nominal\ value \cdot (market\ interest\ rate - coupon\ rate) \\
 &= -12 \cdot 400 \cdot (1,1\% - 3,2\%) = 100,8
 \end{aligned}$$

The new market interest rate for the registered bonds following an increase in the interest rate by 10 bp is now 1.1%.

Calculation of the new market value of the BEL using the simplified duration method:

$$\begin{aligned}
 dPV(r) &= -Dur \cdot PV(r) \cdot dr \\
 &= -Dur \cdot book\ value \\
 &\quad \cdot (market\ interest\ rate - average\ actuarial\ interest\ rate) \\
 &= -12 \cdot 760 \cdot (1,1\% - 2,8\%) = 155,04
 \end{aligned}$$

The new market interest rate for the technical provisions following an increase in the interest rate by 10 bp is now 1.1%.

Note: An increase in the interest rate by 10 bp leads to the Own Funds increasing by 4.

Scenario 2: Decrease in 12-year annual interest rate by 10 basis points:

Assets		Liabilities	
Real estate	120	Own funds	27
Equities	55	Risk margin	29
Mortgage bonds	133	Options & Guarantees (O&G)	19
Registered bonds	510	Best Estimate Liabilities (BEL) without O&G	933
Promissory note loans	230	Pension reserves	40
Total	1048	Total	1048

The new market interest rate for the registered bonds following a decrease in the interest rate by 10 bp is now 0.9%.

Conclusion: An increase in the market interest rate by 10 bp results in an increase in Own Funds by 4; by contrast a decrease in interest rates by 10 bp results in Own Funds decreasing by 7; for VitaLife, changes to interest rates have an asymmetric effect on equity capital.

b) :

- i. increase in interest rate: speed ratio = $(1001 - 1010) / (1039 - 1044) = 9/5$
decrease in interest rate: speed ratio = $(1021 - 1010) / (1048 - 1044) = 11/4$
- ii. With a speed ratio of > 1 one can distinguish between these cases:
1.) $\Delta_{\text{assets}} < 0$: This means that $\Delta_{\text{liabilities}} < \Delta_{\text{assets}}$, i.e., in this case there is no exposure. From the Δ_{assets} the conclusion is, however, that the interest rate has increased



2.) $\Delta_{\text{assets}} > 0$. This means that $\Delta_{\text{liabilities}} > \Delta_{\text{assets}}$, i.e., there is exposure. As the $\Delta_{\text{assets}} > 0$, this means that interest rates have decreased

c) Scenario 3: Change in durations:

Assets		Liabilities	
Real estate	120	Own funds	0
Equities	55	Risk margin	29
Mortgage bonds	133	Options & Guarantees (O&G)	19
Registered bonds	488	Best Estimate Liabilities (BEL) without O&G	938
Promissory note loans	230	Pension reserves	40
Total		Total	

A shorter duration in the assets causes a decrease in the market value of the assets of 18; at the same time a longer duration in the liabilities causes the market value of the liabilities to increase by 16.

Conclusion: The Own Funds are now 0. A further decrease in interest rates would lead to negative Own Funds (over-indebtedness).

d) :

- i. Positive effect: extending the duration of the assets in order to bring it closer to the duration of the liabilities (cash flow matching).

Challenges: availability of investments with long terms and good rating classes. Immense volume necessary to achieve even minor improvements.

Problems: While restructuring does reduce the interest rate risk it can, however, cause the spread, equity and real estate risks to increase. That means it not only depends on a longer duration but also on the selection of the new assets.

- ii. Second measure : Restructuring the assets in terms of asset classes, for example:
 - i. better bond rating in order to reduce spread risk
 - ii. fewer equities / less real estate in order to reduce equity / real estate risk

Operationalisation: Problems here, too, in terms of volume since it will mostly be necessary to restructure large parts of the portfolio in order to achieve identifiable results. In the case of real estate liquidation can also be a problem if the properties cannot be sold within the desired timeframe or for the desired price.

- e) The modified duration from several part-portfolios is calculated as the weighted average of the individual durations. Thus we get (rounded to 1 decimal point):

Modified duration on the assets side: $(133 \cdot 4 + 488 \cdot 10 + 230 \cdot 5) / (133 + 488 + 230) = 7.7$

By launching the income protection product the duration of the technical provisions is reduced from 13 to 11.7:

$$(80\% \cdot 13 + 20\% \cdot 6.5) = 11.7.$$

Prior to the launch of the income protection product the modified duration on the liabilities side is:

$$((19+938) \cdot 13 + 40 \cdot 30) / (19+938+40) = 13.7 \text{ years}$$

Following the launch of the income protection product the modified duration is:

$$(19+938) \cdot 11.7 + 40 \cdot 30 / (19+938+40) = 12.4 \text{ years}$$

The old duration gap is:

$$851/997 \cdot 7.7 - 13.7 = -7.1$$

The new duration gap is:

$$851/997 \cdot 7.7 - 12.4 = -5.8$$

The duration gap is reduced by 1.3

Since income protection insurance is short-tailed compared to endowment insurance the modified duration on the liabilities side is accordingly low. The extent of the effect depends, too, on the amount of the reserve that the income protection insurance has within the total reserves. This means a (slightly) positive effect on the interest rate risk can be expected (interest down) since the duration gap is lower.

Model Answer Question 2:

- a) Why do surpluses arise: Conservative assumptions when calculating prices (prudence principle in local GAAP) for insurance compared to reality (calculation bases 1st order). Example: this can be assumptions concerning costs, interest rate and biometrics.

Allocation of surpluses: Many countries have laws governing the sharing of surpluses with policyholders. Rationale: the money that is used to generate the surpluses comes from the policyholders. One further incentive of surplus sharing is to distinguish an insurance company from its competitors since a higher share in surpluses is more likely to appeal to and thus help to retain customers.

Participation of surpluses: common forms of using surpluses are payment of regular or annual bonuses and terminal bonuses. The benefits of regular bonuses for the policyholder is that, once allocated, the allocation is irrevocable, i.e., the bonuses cannot be taken away. Disadvantage: the total value of the bonuses may be lower (with terminal bonuses the opposite applies).

- b) Effect: Risk mitigation since the insurance company can retain its future surpluses (change to the declaration) and use them to minimise risk, i.e. to improve its SCR ratio. This is strong tool for improving a company's risk situation.

Ancillary conditions:

- a. When simulating different risks separately care must be taken not to consider the risk mitigation effect of future surpluses twice.
 - b. In general the use of future surpluses to minimise risk is strongly regulated by law (in Germany: emergency / distress clause)
- c) Description: launch of a new product whose use of future surpluses is designed efficiently from the insurance company's perspective:
- a. The new product is designed in such a way that the way the surpluses arise is coordinated ideally (see 2a). For example, little capital is tied up (e.g., a purely biometric product with no savings element) in order to optimise the interest surplus. Biometric risk loadings can have a positive effect on risk surpluses. Emphasis can be

- placed on the terminal bonus in order to keep obligations to the policyholder lower.
- b. Operationalisation: The launch affects many departments in the company that have to coordinate their activities with one another accordingly. Outline of a possible chain of implementation: Product Development (Actuarial Function) – Implementation in the in-force portfolio management (IT) – Roll out to Sales and Marketing
Challenges: Actuarial Function: product design has to provide the benefits described in section (i) while remaining competitive. IT: the product has to fit the existing IT landscape. Sales: product training has to be organised
- c. Disadvantages: High costs can be expected (especially development and sales) and, in most cases, any benefits will only be seen several years later.

Model Answer Question 3:

(a)

$$\begin{aligned} (1): \sigma : AR(X) &= d/d\lambda|_{\lambda=1} \sigma(\lambda X + Y) = d/d\lambda|_{\lambda=1} (\text{Cov}(\lambda X + Y, \lambda X + Y))^{1/2} \\ &= (d/d\lambda|_{\lambda=1} \text{Cov}(\lambda X + Y, \lambda X + Y)) / (\text{Cov}(X + Y, X + Y))^{1/2} \\ &= \text{Cov}(X, X + Y) / \sigma(X + Y) \end{aligned}$$

with $Q = \text{VaR}(X+Y)$:

$$\begin{aligned} \text{VaR: } AR(X) &= d/d\lambda|_{\lambda=1} \text{VaR}(\lambda X + Y) = d/d\lambda|_{\lambda=1} E(\lambda X + Y | X+Y = Q) \\ &= E(X | X+Y = Q) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TVaR: } AR(X) &= d/d\lambda|_{\lambda=1} \text{TVaR}(\lambda X + Y) = d/d\lambda|_{\lambda=1} E(\lambda X + Y | X+Y \geq Q) \\ &= E(X | X+Y \geq Q) \end{aligned}$$

(2) σ : Covariance principle, TVaR: TVaR principle

(3) Covariance principle is easy to implement. TVaR using Monte-Carlo is easily feasible if it is possible to simulate the relevant area meaningfully. The conditional expectation for VaR is to be taken via a measure of codimension 1 and is thus often very difficult to simulate.

(b)

(1) VaR forwards/reversing: 20, total 60. TVaR forwards: 150, reversing 75, total 205 (average of Sim 1, 2, 9, 10). VaR with "negative" diversification since there is no subadditive risk measure.

(2) Allocation VaR: averages via simulations 1, 2, 9, 10: AR(forwards) = 140, AR(reversing) = 65

(3) Averages via simulations that are equal to the VaR (Sims 2, 9): AR(forwards) = AR(reversing) = 30. If Sim 9 when driving forwards now had 61 claims, AR(forwards) would = 0(!) and AR(reversing) = 60, the allocation is thus very unstable, in turn deriving from codimension 1 (cf. a 3)).

(4) One could take an average (with more simulations) over one area around the VaR, e.g., for 1000 simulations sorted by claim amount above no. 550 to 650 or similar.

(c)

(1) CE bond prices constant at $75 = (1 + \text{interest})^{-(RLZ)}$. Premium is 80: surplus is $80 - 75 = 5$, after 50% policyholder participation $5/2 = 2.5$.

(2) Bond prices

Path No	t=0	t=1	t=2
1	75	90	115
2	75	90	75
3	75	60	75
4	75	60	35
Mittel	75	75	75

1=1 test passed perfectly.

(3) Surpluses in the four simulations: -35, 5, 5, 45. after policyholder participation : -35, 2.5, 2.5, 22.5, average: -1.875. O&G: stochastic average - CE value = $2.5 - (-1.875) = -4.375$

(4) Equations: E1) $w_2 + w_3 + w_4 = 1$, E2) $90 w_2 + 60 w_3 + 60 w_4 = 75$, E3) $75 w_2 + 75 w_3 + 35 w_4 = 75$.

From $75 \cdot (E1) - (E3)$: $w_4 = 0$. substitute in $(E2) - 60 \cdot (E1)$: $w_2 = 0.5$.
substitute in $(E1)$: $w_3 = 0.5$.

(5) CE value is unchanged = 2.5; TVOG is now 0.

(7) Based on the text extracts the process would be permitted. by its construction the 1=1-test works. The investment is not path-dependent, so no arbitrage strategy is introduced. However, it is clear that the valuation is dramatically affected by arbitrage. As such, it appears problematical to regard such a process as permissible.

[Note that this is a short extract from 3 pages of fine print with footnotes and thus we are not checking here whether there are other obstacles too. Moreover, true capital market models and corporate models that build on them are much less transparent so that the causality of arbitrage for the more favourable valuation does not manifest itself to the same degree.]

Model Answer Question 4 (other answers also possible).

a) Question 1: In the following we are making the additional assumption that the company is using a VaR approach under SII and, for its internal model, is using distribution functions to model individual risks together with dependency assumptions.

- Euler allocation: every risk unit receives a contribution proportionate to its risk contribution when extending the position.

Pro: Often methodically desirable properties (Denault axiom). Stable compared to changes to the risk units.

Con: In practice derivation is difficult to determine and communicate. Information about dependency structures in the tail is necessary. Changes to the allocation units are complicated to implement.

- VaR-proportional process: every risk unit receives a contribution proportionate to its share in the undiversified Value at Risk (Risk capital).

Pro: Easy to communicate. Changes to the allocation units are relatively simple to implement.

Con: relative diversification effect for each unit is the same. Dependencies are not considered by the algorithm. Not stable vis a vis changes to the risk units.

- Covariance principle: Every risk unit receives a contribution proportionate to its share in the total fluctuation. Risks that improve diversification are rewarded.

Pro: Explicit consideration of linear dependencies.

Con: Not stable vis a vis changes to the risk units.

It is to be expected that the fire business will improve diversification significantly. In order to support this growth ambition a method should be chosen that considers dependencies. Thanks to its simpler implementation and communication the co-variance principle is proposed.

NB: Also a detailed examination of different structurings of risk units would be graded.

Question 2: The company's core business is insurance. Therefore it is basically logical, when it comes to investments, to focus on meeting expected obligations.

- Since changes to market parameters (interest rates, currencies) affect both assets and liabilities, market risks and possible losses can be simulated in the internal model -- on the basis of the replication portfolio and the actual investment portfolio. The risk tends to increase the further the investment portfolio and the liabilities deviate from one another considering currency mix and duration.
- The different working steps in the liability-driven investment process enable a clear separation of duties between risk management, ALM and investor. This separation of duties involves a clearly defined mandate and differentiated measurement of success.
- In terms of steering and management the Board Member's risk appetite for certain capital market risks can be implemented using limits, e.g., an over-arching AL-mismatch limit, limits for individual asset classes or a limit for the investor governing the extent to which he or she may deviate from the ALM strategic risk-return target portfolio in order to make use of tactical opportunities.

b)

- Interest for the regulatory authorities: as soon as the internal model begins to play a central role in steering and managing the business it is in the company's own interests to see that risks are reflected appropri-

ately. This also ensures that Management addresses the topic of the internal model and its limits. This represents an additional control mechanism for the internal model.

- Field "Coordination with business activity":
The growth field 'Fire' is modelled separately and also the allocation algorithm (see Question a) takes this growth field into account. Furthermore, it is recommended to check the quality of the modelling for this relatively small segment in the validation and to observe it over time.
- Field "Understanding the model":
Management pro-actively addresses the issue of allocation of the diversification effect since it is relevant for steering and managing the growth field 'Fire' as well as for meeting performance targets. Management ought to receive training when the internal model is introduced so as to enhance their understanding of it.
- Field "Supporting decision-making processes":
The internal model should be included in limit and trigger steering. Discussion about diversification allocation has already shown that the model is relevant for steering and managing the business (for example in pricing). In the medium term it can also be used for structuring a company's own reinsurance cover.

c)

- The risk units used in the risk allocation have to be compared to the sales units. It is likely that the sales units write business in different risk units so that each risk unit is composed of portfolios from several sales units. This can be described with the help of mapping.
- The allocated risk capital of every risk unit can be further distributed using a prescribed key. Simple keys would be, for example, premiums, expected claims values or possibly even fluctuations.
- Breaking risk capital down into distribution channels has the advantage that these can then be steered and managed in a manner that is more granular and better reflects their risk (i.e., more appropriately when it comes to the composition of the risks). One disadvantage, however, is that the very granular allocation will be volatile, especially in very small distribution channels. Data availability requirements are high, especially if complicated keys such as expected claims values or fluctuations are to be used. In the case of RoRaC, steering smaller changes in risk capital cause a significant change to the indicator.

The disadvantage mentioned can be addressed by choosing a simple allocation mechanism (e.g., premium). Also smoothing over time (for example using the credibility approach) is conceivable. In addition to RoRaC steering and management it is certainly advisable a more stable indicator too (such as the combined ratio).

d)

- ORSA requires a much further view to determine the economic capital than the risks considered in the internal model and the Value at Risk calculated over the 1-year horizon.
- ORSA includes the discussion and assessment of all risks to which the company is currently exposed or to which it may be exposed in the future. [It also includes] Determination of the required level of Own Funds to guarantee solvency beyond the business planning horizon though, in doing so, possible unexpected detrimental circumstances must also be considered. Moreover, the effectiveness of the company's own risk management, processes and the appropriateness of the results must also be assessed.
- In concrete terms this means expanding the 1-year horizon to, typically, three to five years, considering further risks (also those that are unquantifiable or difficult to quantify) such as political developments, strategic risks or emerging risks. The ORSA may also draw on expert opinions and describe relevant threats, for example using scenarios.
- In order to assess and classify risks appropriately the ORSA considers the company's business and risk strategy together. This means that, in addition to solvency based on the internal model, capital strength based on local Gaap or rating capital are also discussed if they are relevant for the success of the business strategy.
- Evaluating risk management processes can provide conclusions about the efficiency of the organisation but also identify possible improvements to the risk culture within the company.
- All these aspects are very relevant in the discussion of the risk strategy, e.g., adjusting or introducing limits. This applies particularly in a phase with a difficult market environment with new risks, shifts within business segments or when new products are being discussed. Finally, the introduction of the internal model also requires classification of the manifold consequences that can arise within the business and risk strategy.

e)

- Proposal 1:

Con: The business needs reliable framework parameters as a basis for the current business period. Therefore, coordinated and agreed timing and clear communication prior to any changes is absolutely necessary in order to guarantee acceptance and the effectiveness of the internal model. If changes are constantly being made this cannot be represented.

Pro: An interesting aspect of the proposal could be the higher computer capacity in the Cloud. Additional analyses, e.g., what-if scenarios could be performed quicker and more flexibly. The Cloud could also be attractive from a cost perspective.

Opinion: Do not consider constant model changes. Examine Cloud-based implementation.

- Proposal 2:

Con: Thus far we have no expertise in life business, neither from an insurance perspective nor of managing the investments that would be needed. The proposal is based on a gamble concerning future interest rates. And if interest rates "don't drop any further" -- depending on the products in the portfolio of the company in question -- the business model could remain critical or be unattractive for customers.

Opinion: Do not consider further.

- Proposal 3:

Con: Motor claims are not always settled after one year, e.g., long term care from liability. Fewer claims don't automatically mean good business (i.e., attractive margins) just that the risk is lower, i.e. less need for insurance. Moreover cyber represents a comprehensive risk that, even if not via own products, is forcing its way further and further into established business segments (e.g., also in motor through driverless cars)

Pro: Probably still more internal expertise can be found for motor than for cyber.

Opinion: Do not consider further.

- Proposal 4:

Con: Convening a large team and creating comprehensive processes would mean considerable expense and tying up internal resources. Given the company's limited business focus it is not clear whether any value added would be generated

Pro: Basically, there are many indications of increasing dynamic from changes in the fields of technology, society, industry and politics. These changes also impact on the risk landscape and the business model of

insurers. Thus, it makes sense to analyse how these changes could affect the company and what management and steering opportunities there are. This is particularly true since these aspects can typically only be found to a certain extent in economic capital

Opinion: Examine an analysis of emerging risks that will not tie up too many resources.

- Proposal 5:

Con: Cat bonds are typically more complex than reinsurance. The company has expertise concerning the existing arrangements. Reinsurance can be designed more flexibly, for example, to support shifts in the business segments. The current market situation (with a lot of available capital) reinsurance rates are also attractive.

Pro: Cat bonds could be useful for large volumes and to avoid credit risk.

Opinion: Better to not consider further or commission a short analysis to compare costs.