



DAV

DEUTSCHE
AKTUARVEREINIGUNG e.V.

Schriftliche Prüfung im Grundwissen

Modellierung und ERM

gemäß Prüfungsordnung 5
der Deutschen Aktuarvereinigung e. V.

am 20. Mai 2023

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 einschließlich Deckblatt aus 10 Seiten.
- Alle Antworten sind – sofern nichts anderes angegeben ist – zu begründen und bei Rechenaufgaben muss der Lösungsweg ersichtlich sein.
- Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet.
- Bitte vermeiden Sie das nicht zusammenhängende Streuen der Lösungen zu den einzelnen Aufgaben.

Mitglieder der Prüfungskommission:

Dr. Volker Goersmeyer, Dr. Lucattilio Tenuta,
Andreas Wagner



Aufgabe 1. *[Modelle in der Versicherung - Personenversicherung] [15 Punkte]*

Der Vorstand der Leichendorfer Rentenanstalt, ein Lebensversicherungsunternehmen mit Sitz in Deutschland, überlegt, die ökonomische Sicht stärker in die Profitabilitätsanalyse und das Risikomanagement einzubinden. Deswegen wurde ein Berater beauftragt, eine Übersicht mit Vorschlägen vorzubereiten, wie man Kennzahlen aus der deutschen Handelsbilanz (HGB-Bilanz) mit Erkenntnissen aus Embedded-Value-Rechnungen und dem Asset-Liability-Management (ALM) miteinander verbinden kann.

Der Berater hat Sie gebeten, einige Aussagen aus seinem Bericht zu überprüfen, bevor er ihn an den Vorstand schickt.

Für jede der folgenden Aussagen geben Sie an, ob die Aussage Ihrer Meinung nach richtig oder falsch ist. Begründen Sie Ihre Antwort (*um die volle Punktzahl zu erhalten, sollten Sie jeweils zwei Gründe für oder gegen jede Aussage erwähnen*).

- (a) *[5 Punkte]* Die HGB-Bilanz ist grundsätzlich ungeeignet für eine ökonomische Steuerung.
- (b) *[5 Punkte]* Der Traditionelle Embedded Value adressiert alle Unzulänglichkeiten der HGB-Bilanz und stellt eine geeignete Grundlage für die ökonomische Steuerung eines Lebensversicherungsunternehmens dar.
- (c) *[5 Punkte]* Für einen Bestand an laufenden Rentenversicherungen (d. h. nach dem Beginn der Auszahlung) ist ein vereinfachtes Asset-Liability-Management angemessen, weil alle Zahlungsströme einer laufenden Rente durch bereits existierende gehandelte Finanzinstrumente repliziert werden können.

Hinweis: Nehmen Sie an, dass die Renten Leibrenten sind, also die Zahlung nur bis zum Tod erfolgt.



Aufgabe 2. [Modelle in der Versicherung - Personenversicherung] [15 Punkte]

Sie arbeiten in der Risikomanagementabteilung der Leichendorfer Rentenanstalt, ein Versicherungsunternehmen mit Sitz in Deutschland. Sie sind gerade dabei, den Bericht für das „Own Risk and Solvency Assessment“ (ORSA) vorzubereiten. Der CRO der Leichendorfer Rentenanstalt möchte in dem Bericht zeigen, dass das Unternehmen über eine sehr gute Kapitalausstattung verfügt, auch wenn man eine mehrjährige Risikosicht annimmt.

Das Risikokapital der Leichendorfer Rentenanstalt zum Jahresende beträgt 1000 Euro. Die entsprechenden Eigenmittel betragen 2500 Euro.

Nehmen Sie dazu an, dass die Leichendorfer Rentenanstalt für alle Berechnungen das Risikomaß *Value at Risk* verwendet, d. h., dass das Risikokapital als Quantil der Verlustfunktion definiert wird. Sie wissen außerdem, dass unter Solvency II das Risikokapital das Quantil der einjährigen Verlustfunktion zu einem Sicherheitsniveau von 99,5% ist.

Die Eigenmittelverluste eines jeden Jahres sind identisch verteilt und folgen einer Normalverteilung mit Erwartungswert 0 und Standardabweichung σ .

- (a) [7 Punkte] Bei welchem Sicherheitsniveau in einer zweijährigen Risikosicht müsste das Unternehmen das gleiche Risikokapital wie unter Solvency II vorhalten, wenn die Eigenmittelverluste des ersten und des zweiten Jahres eine Korrelation von 100% besitzen?

Vereinfachung: Verwenden Sie in der Aufgabe das nächstliegende Quantil aus der untenstehenden Tabelle, falls das genaue Quantil, das Sie brauchen, in der Tabelle nicht aufgeführt wird.

- (b) [8 Punkte] Mit welcher Wahrscheinlichkeit wird die Leichendorfer Rentenanstalt nach einem Jahr eine Solvenzquote in der einjährigen Sicht unter 100% ausweisen, wenn sich die zugrundeliegende Solvenzkapitalanforderung aus Solvency II ergibt?

Hinweis: Mit welcher Wahrscheinlichkeit wird im nächsten Jahr der Verlust so hoch sein, dass die Eigenmittel geringer als die Risikokapitalanforderung werden?

Vereinfachung: Verwenden Sie in der Aufgabe das nächstliegende Quantil aus der untenstehenden Tabelle, falls das genaue Quantil, das Sie brauchen, in der Tabelle nicht aufgeführt wird.

Hilfsmittel: Quantile der Standardnormalverteilung $Z \sim N_1(0, 1)$.



Sicherheitsniveau $x\%$	Quantil $Q_Z(x\%)$
75%	0,67
80%	0,84
90%	1,28
95%	1,64
97,5%	1,96
99%	2,33
99,50%	2,58
99,75%	2,80
99,99%	3,72
99,999%	4,26



Aufgabe 3. [Modelle in der Versicherung - Personenversicherung] [30 Punkte]

Ein Lebensversicherungsunternehmen verkauft ausschließlich Risikolebensversicherungen. Eine Leistung ist nur bei Tod des Versicherungsnehmers fällig. Bei Storno wird keine Leistung bezahlt. Das Produkt wird gegen laufenden Beitrag verkauft. Für das Produkt wird keine Reserve gebildet, die Leistungen werden unmittelbar aus den Beiträgen des laufenden Jahres bezahlt.

Alle weiteren oben nicht explizit erwähnten Geschäftsvorfälle und Rechnungsgrundlagen sind für diese Aufgabe nicht relevant.

- (a) [2 Punkte] Führen Sie alle Zahlungsströme auf, die Sie in einem deterministischen Unternehmensmodell für die Bewertung dieses Produktes verwenden würden.

Zum 31.12.2022 besteht der Bestand aus 1.000 Verträgen, alle mit Versicherungssumme 1.000 Euro und Restlaufzeit 2 Jahre. Der Jahresbeitrag beträgt 50 Euro pro Vertrag.

Best-Estimate-Annahmen zum 31.12.2022		
Sterblichkeit	Storno	Beteiligung der Versicherungsnehmer am Risikoergebnis
2%	1%	90%

Die Risikodiskontrate beträgt 5%. Die Beteiligung der Versicherungsnehmer am Risikoergebnis geschieht als Barauszahlung. Daraus folgt, dass die Überschussbeteiligung keine Auswirkung auf die Versicherungssumme der Verträge im Laufe der Projektion hat.

- (b) [12 Punkte] Berechnen Sie den deterministischen $PVFP$, $PVFP_{det}$, für den oben beschriebenen Bestand zum 31.12.2022. Nehmen Sie in Ihren Berechnungen an, dass alle Geschäftsvorfälle Anfang des Jahres in folgender Reihenfolge stattfinden: Zahlung der Beiträge, Tod und danach Storno.

Im Jahr 2023 entspricht der tatsächliche Verlauf genau den Best-Estimate-Annahmen, kein neuer Vertrag wird im Jahr 2023 geschrieben. Zum 31.12.2023 werden die zukünftigen Annahmen aufgrund einer neuen Marktstudie angepasst:

Best-Estimate-Annahmen zum 31.12.2023		
Sterblichkeit	Storno	Beteiligung der Versicherungsnehmer am Risikoergebnis
3%	0%	90%

Die Risikodiskontrate beträgt weiterhin 5%.

- (c) [7 Punkte] Berechnen Sie den deterministischen $PVFP$, $PVFP_{det}$, für den oben beschriebenen Bestand zum 31.12.2023.



- (d) [9 Punkte] Berechnen Sie die Posten „Planmäßige Fortschreibung“ und „Änderung zukünftiger Annahmen“ (getrennt nach Tod und Storno) in der Veränderungsanalyse für den deterministischen $PVFP_{det}$ vom Zeitpunkt 31.12.2022 zum Zeitpunkt 31.12.2023.



Aufgabe 4. *[Risikoarten, Steuerung und Bewertung] [30 Punkte]*

- (a) Nennen Sie die drei grundlegenden Risikoarten. Welche gemeinsame Eigenschaft dieser Risikoarten rechtfertigt die Bezeichnung „grundlegend“? *[2,5 Punkte]*
- (b) Sie betreiben einen Friseursalon. Nennen und beschreiben Sie kurz je ein konkretes Risiko in Ihrem Unternehmen aus den Bereichen der drei grundlegenden Risikoarten. *[3 Punkte]*
- (c) Welche Risikokategorie (oder welches Risikomodul nach Solvency II) hat typischerweise bei Versicherungsunternehmen die größte Bedeutung? Was ist der Grund dafür? *[3 Punkte]*
- (d) Welche grundlegenden Vorgehensweisen der Risikosteuerung gibt es? *[3 Punkte]*

Nennen Sie je ein Beispiel für ein Risikosteuerungsinstrument für versicherungstechnische Risiken, Marktrisiken und operationale Risiken. *[3 Punkte]*

Welcher grundlegenden Vorgehensweise sind die Instrumente jeweils zuzuordnen? *[1,5 Punkte]*

- (e) Welche Aspekte sind bei der Auswahl geeigneter Risikosteuerungsinstrumente zu beachten? Nennen Sie drei Beispiele (nur Stichpunkte, keine Erklärung erforderlich). *[3 Punkte]*
- (f) Nennen Sie drei Beispiele, inwiefern Versicherungsunternehmen von Nachhaltigkeitsrisiken betroffen sind. *[3 Punkte]*
- (g) Weshalb sind viele operationale Risiken schwer zu quantifizieren? *[2 Punkte]*
- (h) Nennen Sie die Teilrisiken, aus denen sich das Kreditrisiko zusammensetzt, und charakterisieren Sie diese kurz. *[3 Punkte]*
- (i) Beschreiben Sie kurz anhand des Merton-Modells, wie mit Unternehmenswertmodellen das Kreditrisiko bewertet werden kann. *[3 Punkte]*



Aufgabe 5. *[ERM, Modellierung Schadenversicherung] [46 Punkte]*

Die Wildbader Allgemeine Versicherung AG (kurz WAV) betreibt das Schadenversicherungsgeschäft in den Sparten Unfall, Rechtsschutz, Kraftfahrt-Haftpflicht und Wohngebäude. Vor dem Hintergrund der in den vergangenen Monaten stark gestiegenen Inflation getrieben insbesondere durch Verteuerung von Energie und Lieferengpässen bei bestimmten Waren- und Dienstleistungen machen sich Aktuar und Risikomanager der WAV Gedanken über die Auswirkungen auf ihre Modelle.

- (a) Geben Sie 6 Beispiele dafür an, wie Inflation zu einem höheren Schadenaufwand führen kann! *[6 Punkte]*
- (b) Geben Sie 4 Beispiele an für mögliche weitere negative Auswirkungen der Inflation auf das Versicherungsunternehmen! *[4 Punkte]*
- (c) Skizzieren Sie kurz die Modellierung des Schadenaufwands für künftige Deckung für Basisschäden und geben Sie eine Möglichkeit an, wie steigende Inflation in der Modellierung berücksichtigt werden kann. Bei welcher von der WAV betriebenen Sparte sehen Sie die größten Auswirkungen und bei welcher die geringsten Auswirkungen der steigenden Inflation in der Modellierung des Basisschadens? Begründen Sie Ihre Antwort! *[10 Punkte]*
- (d) Skizzieren Sie kurz die Modellierung des Schadenaufwands für künftige Deckung für Großschäden und geben Sie eine Möglichkeit an, wie steigende Inflation in der Modellierung berücksichtigt werden kann. Bei welcher von der WAV betriebenen Sparte sehen Sie die größten Auswirkungen und bei welcher die geringsten Auswirkungen der steigenden Inflation in der Modellierung der Großschäden? Begründen Sie Ihre Antwort! *[14 Punkte]*
- (e) Skizzieren Sie kurz die Modellierung des Schadenaufwands für künftige Deckung für Sturmereignisse mittels eines geophysikalischen/meteorologischen Modells!

In welchem Modul/in welchen Modulen spielt die gestiegene Inflation eine Rolle?

Bei welcher von der WAV betriebenen Sparte hat die Modellierung von Kumulereignissen die größte und bei welcher die geringste Bedeutung? Begründen Sie Ihre Antwort! *[12 Punkte]*



Aufgabe 6. [ERM, Unternehmensorganisation] [28 Punkte]

R. Folgreich ist ein erfahrener Unternehmer und seit vielen Jahren in der Versicherungsbranche tätig. Mit umfangreichen eigenen finanziellen Mitteln gründet er die Folgreich Allgemeine Versicherung AG (kurz: FAV). Folgreich ist mit 26% Anteil der größte Aktionär der FAV und agiert als Vorstandsvorsitzender und Chef-Aktuar. Durch seine guten Vertriebskontakte in der Branche gelingt es ihm schnell, einen Kundenstamm für die FAV zu gewinnen.

- (a) Beschreiben Sie vier Risiken der FAV, die etablierte Versicherungsunternehmen in der Regel nicht haben. Begründen Sie jeweils, warum die FAV dieses Risiko hat und ein etabliertes Unternehmen in der Regel nicht! [12 Punkte]
- (b) Wie können die im a)-Teil genannten Risiken gemindert oder vermieden werden? [8 Punkte]

Nach einem Jahr ist der Aufbau des Unternehmens vorangeschritten. Die Rolle des Chef-Aktuars wird nicht mehr vom Unternehmensgründer wahrgenommen, sondern von einer erfahrenen Kraft, die man speziell für die Wahrnehmung dieser Rolle eingestellt hat. Etabliert wurde zudem ein Chief Risk Officer (CRO) auf Vorstandsebene. Das Unternehmen will sich als Spezial-Versicherer positionieren. Um die Kosten gering zu halten, wird keine eigene Risikomanagement-Abteilung unter dem CRO angesiedelt. Stattdessen gelten für jede Abteilung zwei Berichtslinien: Eine an den Vorstandsvorsitzenden und eine an den CRO. Für die Berichtslinie an den CRO gibt es in jeder Abteilung einen eigens dafür abgestellten Mitarbeiter der unter anderem auf monatlicher Basis einen eigenen Risikobericht für die Abteilung erstellt und die Kollegen in Fragen des Risikomanagements berät.

Einmal im Quartal tagt ein Risiko-Ausschuss, in dem neben dem CRO die Abteilungsleiter von Vertrieb, Vertragsbearbeitung und Schadenabwicklung vertreten sind. Der CRO leitet die Sitzungen des Risiko-Ausschusses.

Die Vergütung des Vorstands und der leitenden Angestellten besteht zu einem großen Teil aus einem variablen Bonus, der nach dem handelsrechtlichen Gewinn des Unternehmens des abgelaufenen Geschäftsjahres bemessen ist.

- (c) Nennen Sie Aspekte dieser Geschäftsorganisation, die vor dem Hintergrund eines wirksamen Risikomanagements positiv zu bewerten sind und Aspekte mit Verbesserungspotenzial in dieser Hinsicht! [8 Punkte]

Aufgabe 7. *[Solvency II, Cyber-Risiko] [16 Punkte]*

Die Liebenzeller Allgemeiner Versicherung AG (kurz LAV) betreibt das Schadenversicherungsgeschäft in den Sparten Unfall, Rechtsschutz, Wohngebäude und Hausrat. Über einen Quoten-Rückversicherungsvertrag gibt die LAV 30% ihres Geschäfts ab. Die LAV wendet die Standardformel an, um ihre Solvenzkapitalanforderung zu berechnen.

- (a) Welche Hauptrisikomodule gibt es in der Standardformel? Warum gibt es keines für das Liquiditätsrisiko? *[4 Punkte]*
- (b) Die LAV plant, künftig nur noch 20% ihres Geschäfts über die Quoten-Rückversicherung abzugeben. Die SCR-Anforderungen welcher Hauptrisikomodule sind davon betroffen und welche nicht oder nur geringfügig. Begründen Sie Ihre Antworten! *[5 Punkte]*
- (c) Ist es richtig, dass die Änderung des Basis-SCR sich direkt ergibt, aus der Summe der Änderungen in den Hauptrisikomodulen? Bitte begründen Sie Ihre Antwort. *[1 Punkt]*

Die LAV bietet in Ihrer Hausratversicherung einen Zusatzbaustein „Cyber“ an. Gedeckt sind damit Schäden aus Hackerangriffen und Datenverlust für den privat genutzten Rechner. Geplant ist nun ein eigenständiges Cyberversicherungs-Produkt anzubieten, das alle Schäden durch Cyberrisiken im privaten Bereich abdeckt einschließlich von Support-Leistungen via Hotline. Das Aktuariat wird beauftragt, den Schadenbedarf und den Risikokapitalbedarf für dieses Produkt einzuschätzen. Ein Kollege schlägt vor, die Schadendaten aus dem Geschäft mit dem Zusatzbaustein dafür heranzuziehen.

- (d) Geben Sie eine Definition des Begriffs Cyber-Risiko an! *[1 Punkt]*
- (e) Welche Probleme könnten beim Versuch die im Zusammenhang der Deckung aus dem Zusatzbaustein gesammelten Daten zu nutzen bestehen? *[5 Punkt]*



Lösungsvorschläge

Aufgabe 1. *[Modelle in der Versicherung - Personenversicherung] [15 Punkte]*

Der Vorstand der Leichendorfer Rentenanstalt, ein Lebensversicherungsunternehmen mit Sitz in Deutschland, überlegt, die ökonomische Sicht stärker in die Profitabilitätsanalyse und das Risikomanagement einzubinden. Deswegen wurde ein Berater beauftragt, eine Übersicht mit Vorschlägen vorzubereiten, wie man Kennzahlen aus der deutschen Handelsbilanz (HGB-Bilanz) mit Erkenntnissen aus Embedded-Value-Rechnungen und dem Asset-Liability-Management (ALM) miteinander verbinden kann.

Der Berater hat Sie gebeten, einige Aussagen aus seinem Bericht zu überprüfen, bevor er ihn an den Vorstand schickt.

Für jede der folgenden Aussagen geben Sie an, ob die Aussage Ihrer Meinung nach richtig oder falsch ist. Begründen Sie Ihre Antwort (*um die volle Punktzahl zu erhalten, sollten Sie jeweils zwei Gründe für oder gegen jede Aussage erwähnen*).

- (a) *[5 Punkte]* Die HGB-Bilanz ist grundsätzlich ungeeignet für eine ökonomische Steuerung.
- (b) *[5 Punkte]* Der Traditionelle Embedded Value adressiert alle Unzulänglichkeiten der HGB-Bilanz und stellt eine geeignete Grundlage für die ökonomische Steuerung eines Lebensversicherungsunternehmens dar.
- (c) *[5 Punkte]* Für einen Bestand an laufenden Rentenversicherungen (d. h. nach dem Beginn der Auszahlung) ist ein vereinfachtes Asset-Liability-Management angemessen, weil alle Zahlungsströme einer laufenden Rente durch bereits existierende gehandelte Finanzinstrumente repliziert werden können.

Hinweis: Nehmen Sie an, dass die Renten Leibrenten sind, also die Zahlung nur bis zum Tod erfolgt.

Lösungsvorschlag

Die Punktevergabe orientiert sich am folgenden Vorschlag (die maximale Anzahl an erreichbaren Punkten ist auf 5 pro Unteraufgabe begrenzt):

(a) [1 Punkt] Die Aussage ist richtig.

Der Buchwertansatz, der unter HGB angewendet wird, wird im Allgemeinen als ungeeignet für eine ökonomische Risiko- und Unternehmenssteuerung betrachtet.

- [2 Punkte] Bilanzierungs- und Bewertungswahlrechte verzerren die ökonomische Realität und erschweren die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Unternehmen.
- [2 Punkte] Der Jahresabschluss ist eher vergangenheitsorientiert und berücksichtigt die Langfristigkeit des Geschäftes in der Personenversicherung nicht. Z. B. führt in der Lebensversicherung das Neugeschäft im ersten Jahr wegen der Provisionszahlungen meistens zu Verlusten. In den Folgejahren eher zu Gewinnen. Das ist in den Buchwertbilanzen nicht klar ersichtlich.
- [2 Punkte] Die finanziellen Optionen und Garantien werden nicht ausreichend berücksichtigt (z. B. in der Lebensversicherung: Garantiezins, Stornooption der Versicherungsnehmer, Kapitalwahloption; in der Krankenversicherung: Tarifwechsel).

(b) [1 Punkt] Die Aussage ist falsch.

Der deterministische Embedded Value erfüllt die Kriterien für eine marktkonsistente (Fair Value) Bewertung nicht.

- [2 Punkte] Der Kapitalmarkt ist deterministisch modelliert. Die Fair Value Bewertung von hedgebaren Zahlungsströmen, die durch aktuell am Markt oder in der Zukunft gehandelte Finanzinstrumente repliziert werden können, erfordert jedoch eine wahrscheinlichkeitstheoretische (stochastische) Betrachtungsweise.
- [2 Punkte] Beim Traditionellen Embedded Value werden Kapitalmarktrisiken nur implizit über eine Risikodiskontrate und Kapitalkosten berücksichtigt. Beide Größen werden subjektiv von jedem Unternehmen bestimmt.
- [2 Punkte] Deswegen sind die Ergebnisse nicht transparent und kaum vergleichbar. Beide Eigenschaften (Transparenz und Vergleichbarkeit) waren jedoch einige der Kritikpunkte an der HGB-Rechnungslegung und Gründe dafür, auf einen Fair Value Ansatz umzusteigen.



- [2 Punkte] Optionen und Garantien, die in den Lebensversicherungsprodukten enthalten sind, werden nicht ausreichend berücksichtigt, weil ein deterministisches Modell wie der Traditionelle Embedded Value keine asymmetrischen Auszahlungsprofile erkennen kann.

(c) [1 Punkt] Die Aussage ist falsch.

- [2 Punkte] Die Zahlungsströme einer Leibrente werden durch das Sterberisiko beeinflusst. Deswegen können diese Zahlungsströme durch keine Finanzinstrumente repliziert werden, weder bereits existierende noch zukünftige.
- [2 Punkte] Für Zahlungsströme, die nicht durch Finanzinstrumente repliziert werden können, existiert kein marktkonsistenter Wert. Stattdessen müssen Versicherungsunternehmen gegen deren Fluktuationen Kapital vorhalten. Das ist eine Forderung der Aufsicht, um sicherzustellen, dass sie ihre Verpflichtungen erfüllen können, wie z. B. die Risikomarge unter Solvency II. Der ALM-Prozess sollte in diesem Fall auch diese zusätzliche Risikomarge in den ökonomischen Reserven berücksichtigen, deswegen ist ein vereinfachtes ALM ungeeignet.



Aufgabe 2. [Modelle in der Versicherung - Personenversicherung] [15 Punkte]

Sie arbeiten in der Risikomanagementabteilung der Leichendorfer Rentenanstalt, ein Versicherungsunternehmen mit Sitz in Deutschland. Sie sind gerade dabei, den Bericht für das „Own Risk and Solvency Assessment“ (ORSA) vorzubereiten. Der CRO der Leichendorfer Rentenanstalt möchte in dem Bericht zeigen, dass das Unternehmen über eine sehr gute Kapitalausstattung verfügt, auch wenn man eine mehrjährige Risikosicht annimmt.

Das Risikokapital der Leichendorfer Rentenanstalt zum Jahresende beträgt 1000 Euro. Die entsprechenden Eigenmittel betragen 2500 Euro.

Nehmen Sie dazu an, dass die Leichendorfer Rentenanstalt für alle Berechnungen das Risikomaß *Value at Risk* verwendet, d. h., dass das Risikokapital als Quantil der Verlustfunktion definiert wird. Sie wissen außerdem, dass unter Solvency II das Risikokapital das Quantil der einjährigen Verlustfunktion zu einem Sicherheitsniveau von 99,5% ist.

Die Eigenmittelverluste eines jeden Jahres sind identisch verteilt und folgen einer Normalverteilung mit Erwartungswert 0 und Standardabweichung σ .

- (a) [7 Punkte] Bei welchem Sicherheitsniveau in einer zweijährigen Risikosicht müsste das Unternehmen das gleiche Risikokapital wie unter Solvency II vorhalten, wenn die Eigenmittelverluste des ersten und des zweiten Jahres eine Korrelation von 100% besitzen?

Vereinfachung: Verwenden Sie in der Aufgabe das nächstliegende Quantil aus der untenstehenden Tabelle, falls das genaue Quantil, das Sie brauchen, in der Tabelle nicht aufgeführt wird.

- (b) [8 Punkte] Mit welcher Wahrscheinlichkeit wird die Leichendorfer Rentenanstalt nach einem Jahr eine Solvenzquote in der einjährigen Sicht unter 100% ausweisen, wenn sich die zugrundeliegende Solvenzkapitalanforderung aus Solvency II ergibt?

Hinweis: Mit welcher Wahrscheinlichkeit wird im nächsten Jahr der Verlust so hoch sein, dass die Eigenmittel geringer als die Risikokapitalanforderung werden?

Vereinfachung: Verwenden Sie in der Aufgabe das nächstliegende Quantil aus der untenstehenden Tabelle, falls das genaue Quantil, das Sie brauchen, in der Tabelle nicht aufgeführt wird.

Hilfsmittel: Quantile der Standardnormalverteilung $Z \sim N_1(0, 1)$.



Sicherheitsniveau $x\%$	Quantil $Q_Z(x\%)$
75%	0,67
80%	0,84
90%	1,28
95%	1,64
97,5%	1,96
99%	2,33
99,50%	2,58
99,75%	2,80
99,99%	3,72
99,999%	4,26

Lösungsvorschlag

Seien V_t die ökonomischen Eigenmittel des Unternehmens zum Zeitpunkt t . Die entsprechende Verlustfunktion über einen Zeitraum Δt ist gegeben durch die Formel:

$$L_{t+\Delta t} = -\Delta V_{t+\Delta t} = V_t - V_{t+\Delta t}.$$

Unter Verwendung des Risikomaßes *Value at Risk* ist das Risikokapital *SCR* definiert wie folgt:

$$P[L_{t+\Delta t} < SCR] = x\%,$$

wobei $x\%$ das geeignete Sicherheitsniveau darstellt. D. h., das Risikokapital ist das $x\%$ -Quantil der Verlustverteilung der ökonomischen Eigenmittel über den Zeitraum Δt .

Wenn man $\Delta t = 2$ Jahre wählt, kann man entsprechend umformen:

$$L_{t+2} = V_t - V_{t+2} = V_t - V_{t+1} + V_{t+1} - V_{t+2} = L_{0;1} + L_{1;2},$$

wobei $L_{0;1} := V_t - V_{t+1}$ und $L_{1;2} := V_{t+1} - V_{t+2}$.

Das Solvency II-Risikokapital entspricht dem *VaR* für $L_{0;1}$ zum Sicherheitsniveau 99,5% (einjährige Risikosicht):

$$SCR_0 = Q_{L_{0;1}}(99,5\%).$$

Bei einem allgemeinen Zeitraum Δt und einem allgemeinen Sicherheitsniveau $x\%$ kann man schreiben:

$$SCR_0 = Q_{L_{t+\Delta t}}(x\%).$$

Falls $L_{t+\Delta t}$ normalverteilt mit Erwartungswert μ und Varianz σ^2 ist, gilt:

$$SCR_0 = Q_{L_{t+\Delta t}}(x\%) = \mu + \sigma Q_Z(x\%), \quad (1)$$

wobei Z einer Standardnormalverteilung mit Erwartungswert 0 und Varianz 1 folgt.

Laut Aufgabentext sind $L_{0;1}$ und $L_{1;2}$ identisch verteilt und folgen einer Normalverteilung mit Erwartungswert 0 und Standardabweichung σ . Sei ρ die Korrelation zwischen $L_{0;1}$ und $L_{1;2}$.

Die Summe von normalverteilten Zufallsvariablen ist auch normalverteilt. Aus den allgemeinen Eigenschaften der Normalverteilung folgt:

$$\begin{aligned} E(L_{t+2}) &= 0, \\ \sigma_{L_{t+2}}^2 &= \sigma_{L_{0;1}}^2 + \sigma_{L_{1;2}}^2 + 2\rho\sigma_{L_{0;1}}\sigma_{L_{1;2}} = 2 \cdot \sigma^2(1 + \rho). \end{aligned} \quad (2)$$

(a) [7 Punkte] In diesem Fall folgt aus den Formeln (1) und (2):

$$\begin{aligned} \sigma \cdot Q_Z(99,5\%) &= SCR_0 := \\ &:= SCR_{2 \text{ Jahre}}(x\%) = Q_{L_{t+2}}(x\%) = \sigma_{L_{t+2}} \cdot Q_Z(x\%) = \sigma \cdot \sqrt{2(1 + \rho)} \cdot Q_Z(x\%) \\ \Rightarrow Q_Z(x\%) &= \frac{Q_Z(99,5\%)}{\sqrt{2(1 + \rho)}} = 1,29. \end{aligned}$$

Das nächstliegende Quantil aus der Tabelle ist 1,28, deswegen ist das Sicherheitsniveau 90%.

(b) [8 Punkte] In der einjährigen Sicht wird die Solvenzquote unter 100% fallen, wenn das Unternehmen einen Verlust größer als $2500 - 1000 = 1500$ Euro erleidet. In diesem Fall würden die Eigenmittel geringer als die Risikokapitalanforderung werden und die Solvenzquote würde unter 100% fallen.

Das bedeutet, mit der gleichen Notation wie oben:

$$L_{0;1} > 1500 \Rightarrow \frac{L_{0;1}}{\sigma} > \frac{1500}{\sigma} \Rightarrow Z > \frac{1500}{SCR_0/Q_Z(99,5\%)} = \frac{1500}{1000/2,58} = 3,87.$$

Die Wahrscheinlichkeit, dass $Z > 3,87$ ist, kann aus der Quantiltabelle berechnet werden. Sei nämlich $P(Z > 3,87)$ die gesuchte Wahrscheinlichkeit und $\Phi_{0;1}$ die Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung. Dann gilt:

$$P(Z > 3,87) = 1 - P(Z \leq 3,87) = 1 - \Phi_{0;1}(3,87).$$

Das nächstliegende Quantil für 3,87 ist 3,72, deswegen:

$$\Rightarrow P(Z > 3,87) = 1 - \Phi_{0;1}(3,87) \approx 1 - \Phi_{0;1}(3,72) = 0,01\%.$$



Aufgabe 3. [Modelle in der Versicherung - Personenversicherung] [30 Punkte]

Ein Lebensversicherungsunternehmen verkauft ausschließlich Risikolebensversicherungen. Eine Leistung ist nur bei Tod des Versicherungsnehmers fällig. Bei Storno wird keine Leistung bezahlt. Das Produkt wird gegen laufenden Beitrag verkauft. Für das Produkt wird keine Reserve gebildet, die Leistungen werden unmittelbar aus den Beiträgen des laufenden Jahres bezahlt.

Alle weiteren oben nicht explizit erwähnten Geschäftsvorfälle und Rechnungsgrundlagen sind für diese Aufgabe nicht relevant.

- (a) [2 Punkte] Führen Sie alle Zahlungsströme auf, die Sie in einem deterministischen Unternehmensmodell für die Bewertung dieses Produktes verwenden würden.

Zum 31.12.2022 besteht der Bestand aus 1.000 Verträgen, alle mit Versicherungssumme 1.000 Euro und Restlaufzeit 2 Jahre. Der Jahresbeitrag beträgt 50 Euro pro Vertrag.

Best-Estimate-Annahmen zum 31.12.2022		
Sterblichkeit	Storno	Beteiligung der Versicherungsnehmer am Risikoergebnis
2%	1%	90%

Die Risikodiskontrate beträgt 5%. Die Beteiligung der Versicherungsnehmer am Risikoergebnis geschieht als Barauszahlung. Daraus folgt, dass die Überschussbeteiligung keine Auswirkung auf die Versicherungssumme der Verträge im Laufe der Projektion hat.

- (b) [12 Punkte] Berechnen Sie den deterministischen $PVFP$, $PVFP_{det}$, für den oben beschriebenen Bestand zum 31.12.2022. Nehmen Sie in Ihren Berechnungen an, dass alle Geschäftsvorfälle Anfang des Jahres in folgender Reihenfolge stattfinden: Zahlung der Beiträge, Tod und danach Storno.

Im Jahr 2023 entspricht der tatsächliche Verlauf genau den Best-Estimate-Annahmen, kein neuer Vertrag wird im Jahr 2023 geschrieben. Zum 31.12.2023 werden die zukünftigen Annahmen aufgrund einer neuen Marktstudie angepasst:

Best-Estimate-Annahmen zum 31.12.2023		
Sterblichkeit	Storno	Beteiligung der Versicherungsnehmer am Risikoergebnis
3%	0%	90%

Die Risikodiskontrate beträgt weiterhin 5%.

- (c) [7 Punkte] Berechnen Sie den deterministischen $PVFP$, $PVFP_{det}$, für den oben beschriebenen Bestand zum 31.12.2023.



- (d) [9 Punkte] Berechnen Sie die Posten „Planmäßige Fortschreibung“ und „Änderung zukünftiger Annahmen“ (getrennt nach Tod und Storno) in der Veränderungsanalyse für den deterministischen $PVFP_{det}$ vom Zeitpunkt 31.12.2022 zum Zeitpunkt 31.12.2023.



Lösungsvorschlag

(a) [2 Punkte]

Die maximale Anzahl an erreichbaren Punkten ist auf 2 begrenzt.

- [1 Punkt] Einzahlungen: Beiträge.
- [1 Punkt] Auszahlungen: Todesfallleistungen.
- [1 Punkt] Stornoleistungen sind in diesem Fall nicht relevant, weil bei Storno keine Leistung bezahlt wird.

(b) [12 Punkte]

Die maximale Anzahl an erreichbaren Punkten ist auf 12 begrenzt.

- [5 Punkte] Projektion für das Jahr 2023:
Beiträge [1 Punkt]: $50 * 1000 = 50.000$
Todesfallleistung [1 Punkt]: $2\% * 1000 * 1000 = 20.000$
Stornoleistung [1 Punkt]: 0
Risikoergebnis für das Jahr 2023 [1 Punkt]: $50.000 - 20.000 = 30.000$
Aktionärsanteil am Risikoergebnis [1 Punkt]: $10\% * 30.000 = 3.000$
- [6 Punkte] Projektion für das Jahr 2024:
Anzahl der Verträge zum 31.12.2023 [1 Punkt]: $1.000 * (1 - 2\%) * (1 - 1\%) = 970$
Beiträge [1 Punkt]: $50 * 970 = 48.500$
Todesfallleistung [1 Punkt]: $2\% * 970 * 1000 = 19.400$
Stornoleistung [1 Punkt]: 0
Risikoergebnis für das Jahr 2024 [1 Punkt]: $48.500 - 19.400 = 29.100$
Aktionärsanteil am Risikoergebnis [1 Punkt]: $10\% * 29.100 = 2.910$
- $PVFP_{det}$ [3 Punkte]: $3.000/(1,05) + 2.910/(1,05)^2 = 5.497$

(c) [7 Punkte]

Die maximale Anzahl an erreichbaren Punkten ist auf 7 begrenzt.

Projektion für das Jahr 2024:

Anzahl der Verträge zum 31.12.2023 [1 Punkt]: $1.000 * (1 - 2%) * (1 - 1%) = 970$

Beiträge [1 Punkt]: $50 * 970 = 48.500$

Todesfallleistung [1 Punkt]: $3% * 970 * 1000 = 29.100$

Stornoleistung [1 Punkt]: 0

Risikoergebnis für das Jahr 2024 [1 Punkt]: $48.500 - 29.100 = 19.400$

Aktionärsanteil am Risikoergebnis [1 Punkt]: $10% * 19.400 = 1.940$

$PVFP_{det}$ [2 Punkte]: $1.940 / (1,05) = 1.848$

(d) [9 Punkte]

Die Gesamtveränderung für $PVFP_{det}$ von Ende 2022 auf Ende 2023 ist:

$$PVFP_{det}^{31.12.2023} - PVFP_{det}^{31.12.2022} = 1.848 - 5.497 = -3.649.$$

Diese Gesamtveränderung kann wie folgend beschrieben aufgeteilt werden.

- [4 Punkte] Planmäßige Fortschreibung.

Wenn sich der Bestand wie erwartet entwickeln würde und die Best-Estimate-Annahmen für die Zukunft unverändert bleiben würden, dann wäre der planmäßige $PVFP$ für das Jahr 2023:

$$PVFP_{det;plan}^{31.12.2023} = \frac{2910}{1,05} = 2.771.$$

deswegen ist der Posten „Planmäßige Fortschreibung“

$$PVFP_{det;plan}^{31.12.2023} - PVFP_{det}^{31.12.2022} = 2.771 - 5.497 = -2.726.$$

- [3 Punkte] Änderung zukünftiger Annahmen: Tod.

Der *PVFP* zum 31.12.2023 mit den Annahmen zum 31.12.2022 wäre wie oben berechnet (vergewissern Sie sich bereits hier, dass die Stornoannahmen keinerlei Auswirkungen auf den *PVFP* zum 31.12.2023 haben, siehe unten für weitere Details):

$$PVFP_{det; Tod=2\%, Storno=1\%}^{31.12.2023} = \frac{2910}{1,05} = 2.771.$$

Der *PVFP* zum 31.12.2023 mit den neuen Sterblichkeitsannahmen (zum 31.12.2023) und den alten Stornoannahmen (zum 31.12.2022) ist wie oben berechnet (die Stornoannahmen haben keinen Einfluss auf den *PVFP*, siehe unten):

$$PVFP_{det; Tod=3\%, Storno=1\%}^{31.12.2023} = 1.848.$$

Deswegen ist der Posten „Änderung zukünftiger Annahmen: Tod“:

$$\begin{aligned} PVFP_{det; Tod=3\%, Storno=1\%}^{31.12.2023} - PVFP_{det; Tod=2\%, Storno=1\%}^{31.12.2023} &= \\ = 1.848 - 2.771 &= -923. \end{aligned}$$

Die Summe aus „Planmäßige Fortschreibung“ und „Änderung zukünftiger Annahmen: Tod“: $-2.726 - 923 = -3.649$ erklärt die Gesamtveränderung des *PVFP*.

- [2 Punkte] Änderung zukünftiger Annahmen: Storno.

Da bei Storno keine Leistung bezahlt wird und Storno der letzte Geschäftsvorfall in der Modellreihenfolge ist, hat Storno keine Auswirkung auf den *PVFP* zum 31.12.2023. D. h. der Posten „Änderung zukünftiger Annahmen: Storno“ ist gleich 0.



Aufgabe 4. *[Risikoarten, Steuerung und Bewertung] [30 Punkte]*

- (a) Nennen Sie die drei grundlegenden Risikoarten. Welche gemeinsame Eigenschaft dieser Risikoarten rechtfertigt die Bezeichnung „grundlegend“? *[2,5 Punkte]*

Lösungsvorschlag

Die grundlegenden Risikoarten sind: *[je 0,5 Punkte]*

- finanzielle Risiken,
- operationale Risiken und
- strategische Risiken.

Sie heißen so, weil sie in jedem Unternehmen auftreten *[1 Punkt]*.



- (b) Sie betreiben einen Friseursalon. Nennen und beschreiben Sie kurz je ein konkretes Risiko in Ihrem Unternehmen aus den Bereichen der drei grundlegenden Risikoarten. *[3 Punkte]*

Lösungsvorschlag

- **Finanziell:** z. B. steigende Mieten, steigende Löhne, Inflation (Energie, Pflegemittel), Zinsrisiko (etwa bei Finanzierung des Geschäfts mit einem Darlehen) *[1 Punkt]*
- **Operational:** z. B. Betriebsunterbrechung (Stromausfall, Wasserschaden); Ausfall von Personal (Grippewelle, Mangel an Nachwuchskräften) *[1 Punkt]*
- **Strategisch:** z. B. Standort (Nachfrage, Stammkundschaft/Laufkundschaft), starke Konkurrenz (geringe Umsätze, geringe Margen), strategische Ausrichtung muss zur Nachfrage und zur Kundenerwartung passen *[1 Punkt]*



- (c) Welche Risikokategorie (oder welches Risikomodul nach Solvency II) hat typischerweise bei Versicherungsunternehmen die größte Bedeutung? Was ist der Grund dafür? [3 Punkte]

Lösungsvorschlag

Marktrisiko [1 Punkt].

Grund: Das Geschäftsmodell sieht die Einnahme vorschüssiger Prämienzahlungen vor, wobei Versicherungsleistungen im Allgemeinen zu einem späteren Zeitpunkt anfallen, wobei der genaue Zeitpunkt und die Höhe ungewiss sind. So werden Versicherer zu großen institutionellen Anlegern, wobei entsprechende Exponierungen um Bereich des Marktrisikos unvermeidlich sind [2 Punkte].



(d) Welche grundlegenden Vorgehensweisen der Risikosteuerung gibt es? [3 Punkte]

Nennen Sie je ein Beispiel für ein Risikosteuerungsinstrument für versicherungstechnische Risiken, Marktrisiken und operationale Risiken. [3 Punkte]

Welcher grundlegenden Vorgehensweise sind die Instrumente jeweils zuzuordnen? [1,5 Punkte]

Lösungsvorschlag

Grundlegende Vorgehensweisen: [je 0,5 Punkte]

- Risikoakzeptanz;
- Risikovermeidung;
- Risikobegrenzung;
- Diversifikation;
- Risikominderung;
- Risikoübertragung.

Beispiele für Risikosteuerungsinstrumente und Zuordnung der grundlegenden Vorgehensweise(n): [max. 1 + 0,5 Punkte je Risikoart]

- vt. Risiko: Produktdesign (Risikobegrenzung), Rückversicherung (Risikoübertragung);
- Marktrisiko: Anpassung der Asset-Allokation (Risikobegrenzung, Diversifikation), Swaptions (Risikoübertragung);
- operationale Risiken: interne Kontrollen, Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter (Risikominderung).



- (e) Welche Aspekte sind bei der Auswahl geeigneter Risikosteuerungsinstrumente zu beachten? Nennen Sie drei Beispiele (nur Stichpunkte, keine Erklärung erforderlich). *[3 Punkte]*

Lösungsvorschlag

Beispiele (Stichpunkte): *[je 1 Punkt, maximal 3 Punkte]*

- Verfügbarkeit der Instrumente,
- Aufwand und Wirtschaftlichkeit der Anwendung,
- Wirksamkeit der Instrumente,
- Eigenschaften des Risikos (ist es gefährlich, können/sollen Erträge mit dem Risiko erwirtschaftet werden).



- (f) Nennen Sie drei Beispiele, inwiefern Versicherungsunternehmen von Nachhaltigkeitsrisiken betroffen sind. *[3 Punkte]*

Lösungsvorschlag

Beispiele: *[je 1 Punkt, maximal 3 Punkte]*

- Physische Risiken aus dem Klimawandel → vt. Risiko (z. B. Extremwetterereignisse);
- Physische und Transitionsrisiken aus dem Klimawandel → Marktrisiko (z. B. Kapitalverbrauch, Betriebsstörungen oder steigende Energiepreise führen zu Verlusten an den Finanzmärkten);
- Mangelnde nachhaltige Aktivitäten (in der Außenwahrnehmung) → Reputationsrisiko (z. B. zu wenig nachhaltige Kapitalanlagen, mangelnde Transparenz in der Unternehmensführung, mangelnder Datenschutz).



(g) Weshalb sind viele operationale Risiken schwer zu quantifizieren? [2 Punkte]

Lösungsvorschlag

Wegen der fehlenden Datengrundlage [1 Punkt].

Das liegt zum einen an der geringen Eintrittswahrscheinlichkeit mancher operationaler Risiken und zum anderen daran, dass viele operationale Risiken sehr unternehmensspezifisch sind [je 0,5 Punkte].



(h) Nennen Sie die Teilrisiken, aus denen sich das Kreditrisiko zusammensetzt, und charakterisieren Sie diese kurz. *[3 Punkte]*

Lösungsvorschlag

- Gegenparteiausfallrisiko: Forderungen gegenüber Schuldern fallen ganz oder teilweise aus *[1 Punkt]*;
- Migrationsrisiko: Die Bonität eines Schuldners verschlechtert sich (etwa weil das Rating zurückgestuft wird) *[1 Punkt]*;
- Spreadrisiko: Die Bonität eines Schuldners (z. B. eines Wertpapier-Emittenten) wird vom Markt schlechter bewertet (bei gleichem Rating, aber erkennbar an den gestiegenen Zinsaufschlägen) *[1 Punkt]*.



- (i) Beschreiben Sie kurz anhand des Merton-Modells, wie mit Unternehmenswertmodellen das Kreditrisiko bewertet werden kann. [3 Punkte]

Lösungsvorschlag

In Unternehmenswertmodellen wird der Wert eines Unternehmens als stochastischer Prozess modelliert [1 Punkt].

Im Merton-Modell beispielsweise setzt sich der Unternehmenswert V_t aus Eigenkapital S_t und Fremdkapital F_t zusammen:

$$V_t = S_t + F_t,$$

wobei das Fremdkapital eine Nullkuponanleihe mit Nominalwert F und Restlaufzeit T ist [1 Punkt].

Der Ausfall des Unternehmens wird durch die Gleichung $V_T < F$ charakterisiert. Die Ausfallwahrscheinlichkeit kann mittels einer Formel berechnet werden [1 Punkt].



Aufgabe 5. [ERM, Modellierung Schadenversicherung] [46 Punkte]

Die Wildbader Allgemeine Versicherung AG (kurz WAV) betreibt das Schadenversicherungsgeschäft in den Sparten Unfall, Rechtsschutz, Kraftfahrt-Haftpflicht und Wohngebäude. Vor dem Hintergrund der in den vergangenen Monaten stark gestiegenen Inflation getrieben insbesondere durch Verteuerung von Energie und Lieferengpässen bei bestimmten Waren- und Dienstleistungen machen sich Aktuar und Risikomanager der WAV Gedanken über die Auswirkungen auf ihre Modelle.

- (a) Geben Sie 6 Beispiele dafür an, wie Inflation zu einem höheren Schadenaufwand führen kann! [6 Punkte]

Lösungsvorschlag

- Höhere Schadendurchschnitte durch höhere Wiederbeschaffungswerte,
- höhere Reparaturkosten durch gestiegene Löhne und Gehälter,
- höhere Schadenregulierungskosten,
- höhere Streitwerte,
- höhere Behandlungskosten bei Personenschäden,
- höhere Entschädigungen für Mietwagen,
- höhere Leistungen für Ersatzunterbringung bei Unbewohnbarkeit,
- ...

(ein Punkt je nachvollziehbarem Beispiel)

- (b) Geben Sie 4 Beispiele an für mögliche weitere negative Auswirkungen der Inflation auf das Versicherungsunternehmen! [4 Punkte]

Lösungsvorschlag

- Höhere Verwaltungskosten,
- höhere Rückversicherungsprämien,
- mehr Vertragsstornierungen,
- weniger neue Verträge,
- höhere Unsicherheit bei Tarifierung,



- höheres Reserverisiko aufgrund gesteigener Volatilität,
- ...

(ein Punkt je nachvollziehbarem Beispiel)

- (c) Skizzieren Sie kurz die Modellierung des Schadenaufwands für künftige Deckung für Basisschäden und geben Sie eine Möglichkeit an, wie steigende Inflation in der Modellierung berücksichtigt werden kann. Bei welcher von der WAV betriebenen Sparte sehen Sie die größten Auswirkungen und bei welcher die geringsten Auswirkungen der steigenden Inflation in der Modellierung des Basisschadens? Begründen Sie Ihre Antwort! *[10 Punkte]*

Lösungsvorschlag

Skizze Modellierung Basisschäden *[4 Punkte]*:

- Modellierung einer Zielgröße wie z.B. der Schadenquote, die dann auf geplante Volumengröße (in diesem Fall geplantes Prämienvolumen) angewendet wird.
- Verteilungsannahme und Momentenfit auf Basis von Beobachtungen der Vergangenheit.
- Anpassungen aufgrund von Trends und anderen Effekten wie z.B. Preiserhöhungen, Bedingungsänderungen, Bestandsmix müssen dabei ins Kalkül gezogen werden.

(je 2 Punkte, maximal 4)

Die erwartete erhöhte Inflation kann in den Trendanpassungen berücksichtigt werden. Zu beachten ist allerdings, dass die historische Inflation implizit bereits enthalten ist. Außerdem sind Beitragsanpassungsklauseln zu beachten. In der Regel greifen diese jedoch erst zeitverzögert. *[2 Punkte]*

- Größte Auswirkung bei Wohngebäude (alternative Antwort: Kraftfahrt-Haftpflicht), da die gestiegenen Preise für Baumaterial (alternativ: Kfz-Ersatzteile) vermutlich einen großen Effekt haben. *[2 Punkte]*
- Geringste Auswirkung bei Unfall (alternative Antwort: Rechtsschutz), da die Versicherungssummen vertraglich fixiert sind (alternativ: Gebührenordnung nicht unmittelbar durch Inflation betroffen, jedoch höhere Streitwerte). *[2 Punkte]*



- (d) Skizzieren Sie kurz die Modellierung des Schadenaufwands für künftige Deckung für Großschäden und geben Sie eine Möglichkeit an, wie steigende Inflation in der Modellierung berücksichtigt werden kann. Bei welcher von der WAV betriebenen Sparte sehen Sie die größten Auswirkungen und bei welcher die geringsten Auswirkungen der steigenden Inflation in der Modellierung der Großschäden? Begründen Sie Ihre Antwort! *[14 Punkte]*

Lösungsvorschlag

Skizze Modellierung Großschäden *[8 Punkte]*:

- Großschäden sind Schäden, die eine festgelegte Grenze (Großschadengrenze) überschreiten. *[ein Punkt]*
- Die Großschäden sind bei der Modellierung des Basisschadens auszuschließen. *[ein Punkt]*
- Geleistete Zahlungen sind zu inflationieren, so dass die Zahlungen dem aktuellen Zeitwert des Geldes entsprechen. *[ein Punkt]*
- Grundsätzlich werden Schadenhäufigkeit und Schadenhöhe getrennt modelliert. *[ein Punkt]*
- Die Schadenhäufigkeit kann bei ausreichender Schadenerfahrung mittels Momentenfit (z.B. Poisson-Verteilung) auf Basis der Historie modelliert werden. *[ein Punkt]*
- Bei der Modellierung der Schadenhöhe kommt ein Momentenfit aufgrund der Charakteristik der zur Modellierung geeigneten Verteilungen in der Regel nicht in Frage. *[zwei Punkte]*
- Eine typische Verteilung ist die Pareto-Verteilung parametrisiert mit der Großschadengrenze und dem charakteristischen Index ermittelt mittels Hill-Schätzer. *[ein Punkt]*

(Nennung anderer relevanter Aspekte möglich, auch Nennung anderer geeigneter Schadenanzahl- und Schadenhöhenverteilungen)

Die gestiegene Inflation muss bei der Großschadengrenze und bei der Inflationierung der geleisteten Zahlungen in adäquater Höhe berücksichtigt werden. *[2 Punkte]*

- Größte Auswirkung bei Kraftfahrt-Haftpflicht. Hier haben Großschäden die größte Bedeutung. Allerdings handelt es sich dabei in der Regel um Personenschäden, bei denen eher die Lohn-/Gehaltsentwicklung eine Rolle spielt als die Preisinflation. *[2 Punkte]*



- Geringste Auswirkung bei Rechtsschutz, da Großschäden in dieser Sparte in der Regel keine große Rolle spielen. [2 Punkte]

(Alternative Antworten bei nachvollziehbarer Begründung möglich.)

- (e) Skizzieren Sie kurz die Modellierung des Schadenaufwands für künftige Deckung für Sturmereignisse mittels eines geophysikalischen/meteorologischen Modells!

In welchem Modul/in welchen Modulen spielt die gestiegene Inflation eine Rolle?

Bei welcher von der WAV betriebenen Sparte hat die Modellierung von Kumulereignissen die größte und bei welcher die geringste Bedeutung? Begründen Sie Ihre Antwort! [12 Punkte]

Lösungsvorschlag

Skizze Modellierung von Sturmereignissen mittels eines meteorologischen/geophysikalischen Modells [6 Punkte]:

- Sturmereignisse, (physikalische) Auswirkungen und dadurch versicherter Schadenaufwand werden in unterschiedlichen Modulen simuliert. [2 Punkte]
- Sturmmodul: Sturmjahre und Einzelstürme werden simuliert auf Basis von meteorologischen Modellen (Häufigkeit, betroffene Regionen). [ein Punkt]
- Windfeldmodul: Windgeschwindigkeiten auf geographischen Einheiten in Abhängigkeit des Terrains. [ein Punkt]
- Bauphysikalisches Schadenmodul: Physische Auswirkungen auf Gebäude und Gebäudeteile. [ein Punkt]
- Aktuarielles Schadenmodul: Verteilung des monetären Schadens anhand von Vertragsinformationen und Schadenaufwandsstatistiken. [ein Punkt]

Die Inflation spielt (nur) im aktuariellen Schadenmodul eine Rolle. Die Schadenaufwandsstatistiken müssen entsprechend angepasst werden. Auch Anpassungen von Versicherungssummen sind gegebenenfalls zu beachten. [2 Punkte]

- Die größte Rolle spielt die Modellierung von Kumulereignissen in der Sparte Wohngebäude. Sturm, Hochwasser und andere Naturkatastrophen spielen beim Schadenaufwand eine große Rolle. [2 Punkte]



- In der Kraftfahrt-Haftpflichtversicherung spielen Kumulereignisse in der Regel die geringste Rolle (evtl. Ausnahme Massenkarambolage bei einem Versicherer mit sehr großem Marktanteil). Die Unfälle treten unabhängig voneinander ein. *[2 Punkte]*

Aufgabe 6. [ERM, Unternehmensorganisation] [28 Punkte]

R. Folgreich ist ein erfahrener Unternehmer und seit vielen Jahren in der Versicherungsbranche tätig. Mit umfangreichen eigenen finanziellen Mitteln gründet er die Folgreich Allgemeine Versicherung AG (kurz: FAV). Folgreich ist mit 26% Anteil der größte Aktionär der FAV und agiert als Vorstandsvorsitzender und Chef-Aktuar. Durch seine guten Vertriebskontakte in der Branche gelingt es ihm schnell, einen Kundenstamm für die FAV zu gewinnen.

- (a) Beschreiben Sie vier Risiken der FAV, die etablierte Versicherungsunternehmen in der Regel nicht haben. Begründen Sie jeweils, warum die FAV dieses Risiko hat und ein etabliertes Unternehmen in der Regel nicht! [12 Punkte]

Lösungsvorschlag

- (i) Risiko: Agenturrisiko/Abhängigkeit von Schlüsselperson

- Großer Einfluss einer einzelnen Person. Entscheidungen werden nicht ausreichend in Frage gestellt.
- Risiko für Handeln von R. Folgreich in eigenem Interesse.
- Interessenkonflikte durch Wahrnehmung mehrerer entscheidender Rollen durch eine Person.
- Bei plötzlichem Ausscheiden oder Krankheit der Person Risiko von Verlust wesentlicher Teile der Kundschaft und Know-How in Schlüsseltätigkeiten.
- Bei etablierten Unternehmen werden die verschiedenen Rollen in der Regel von verschiedenen Personen wahrgenommen.

(auch andere Nennungen möglich)

- (ii) Risiko: Modellrisiko, Parameterrisiko

- Keine/geringe Schadenerfahrung erschweren Prämienkalkulation und Reserveberechnung.
- Gegebenfalls resultieren daraus höhere Sicherheitszuschläge mit dem Risiko nicht konkurrenzfähiger Prämien
- Fehlende Expertise zur Modellierung.
- Bei etablierten Unternehmen liegen in der Regel historische Daten vor. Know How bei Mitarbeitern vorhanden.



(auch andere Nennungen möglich)

(iii) Risiko: Kostenrisiko

- Höhere Kostenquote, da Umlage nur auf noch geringes Geschäftsvolumen.
- Rückversicherungsschutz teurer, da wenig Geschäft abgegeben werden kann.
- Gewinnung einer großen Anzahl neuer, qualifizierter Mitarbeiter bzw. eines eines Mitarbeiterstamms in kurzer Zeit in der Regel teuer durch hohe Akquisekosten
- Möglicherweise müssen Mitarbeiter auch mit höheren Gehältern gelockt werden.
- Marketingkosten um Marke zu etablieren.
- Produktentwicklungskosten.
- Anschaffung von neuen Systemen.
- Bei etablierten Unternehmen können Kosten in der Regel auf größeres Volumen verteilt werden. Stamm von Mitarbeitern ist vorhanden. Nur Fluktuationen muss ausgeglichen werden. Systeme müssen nur nach und nach ersetzt werden etc.

(auch andere Nennungen möglich)

(iv) Risiko: Strategisches Risiko

- Erfolg des Geschäftsmodells noch nicht erwiesen.
- Um sich zu etablieren, müssen gegebenenfalls riskantere Strategien gefahren werden.
- Große Abhängigkeit von einer Person.
- Durch Mangel an qualifiziertem Personal werden qualitativ unterlegene Strategien entwickelt.
- Etablierten Unternehmen haben Erfolg ihrer Strategien bereits bewiesen, sonst wären Sie nicht mehr am Markt tätig.

(auch andere Nennungen möglich)



(v) Risiko: Reputationsrisiko

- Als neues Unternehmen hat die FAV noch keinen bekannten guten Ruf in Schaden- und Vertragsbearbeitung.
- Die Reputation steht und fällt mit der Reputation des Unternehmensgründers.
- Der erarbeitete gute Ruf des Gründers ist im neuen Unternehmen vielleicht nicht reproduzierbar.
- Etablierten Unternehmen haben Erfolg ihren guten Ruf über Jahre erarbeitet. Es besteht in der Regel nur eine geringe Abhängigkeit vom Ruf einer einzelnen Person

(auch andere Nennungen möglich)

(vi) Risiko: Operationelle Risiken

- Die notwendigen neuen Prozesse und Systeme haben ist das Risiko für Ausfälle und Fehler naturgemäss hoch.
- Governance und Kontrollprozesse müssen erst aufgebaut werden und ihre Funktionsfähigkeit unter Beweis stellen.
- Fehlende oder wenig erfahrene Mitarbeiter führen zu Fehlern im Ablauf.
- Etablierte Unternehmen haben etablierte Prozesse und Systeme und erfahrene Mitarbeiter. Vom Ersatz dieser ist jeweils nur ein relativ geringer Anteil betroffen.

(auch andere Nennungen möglich)

(je Risiko und Beschreibung drei Punkte, insgesamt maximal 12)



(b) Wie können die im a)-Teil genannten Risiken gemindert oder vermieden werden? [8 Punkte]

Lösungsvorschlag

(i) Risiko: Agenturrisiko/Abhängigkeit von Schlüsselperson

- Trennung der Rollen des Vorstandsvorsitzenden und des Chef-Aktuars.
- Ausführliche Dokumentation der Entscheidungen des Vorstandsvorsitzenden.
- Notfallplan für Ausfall des Gründers bzw. Nachfolgeplanung.
- Enge Kontrolle durch den Aufsichtsrat.

(auch andere Nennungen möglich)

(ii) Risiko: Modellrisiko, Parameterrisiko

- Verwendung von Daten von Rückversicherern, des Verbandes oder andere zugängliche Daten der Versicherungswirtschaft.
- Sicherheitszuschläge in den Prämien.
- Adäquate Vorhaltung von Risikokapital für das Modellrisiko.
- Durchführung von Szenariorechnungen und Sensitivitätsanalysen zum besseren Verständnis des Risikos.

(auch andere Nennungen möglich)

(iii) Risiko: Kostenrisiko

- Schnelle Generierung von kurzabwickelndem Geschäft, um Kosten gut verteilen zu können.
- Zeichnungslimite zur Verminderung des Bedars an Rückversicherungsschutz bzw. Zeichnung von Sparten mit geringen Kumulrisiko.
- Automatisierung von Abläufen.
- Genau Kostenplanung und engmaschige Überwachung der Kostenziele.



(auch andere Nennungen möglich)

(iv) Risiko: Strategisches Risiko

- Review der Geschäftsstrategie durch externe Beratung.
- Vergleich mit Peers.
- Abbau der Abhängigkeit von einer Person durch Funktionstrennung, Aufteilung der Rollen auf mehrere Personen, Nachfolgeregelung.
- Durchführung von Szenarioanalysen und Stresstests.

(auch andere Nennungen möglich)

(v) Risiko: Reputationsrisiko

- Schaffung eines Leitbildes und abgeleiteten klaren Richtlinien zur Außendarstellung und externen Kommunikation insbesondere in Vertrieb, Schaden- und Vertragsbearbeitung.
- Verminderung der Abhängigkeit vom Unternehmensgründer.
- Der erarbeitete gute Ruf des Gründers ist im neuen Unternehmen vielleicht nicht reproduzierbar.

(auch andere Nennungen möglich)

(vi) Risiko: Operationelle Risiken

- Etablierung von klaren Governance-Strukturen und einem soliden System von internen Kontrollen.
- Bereitstellung ausreichender Ressourcen in der zweiten Verteidigungslinie und in der Revision.
- Nachhaltige Schulung von Mitarbeitern.

(auch andere Nennungen möglich)

(je Nennung einer Möglichkeit ein Punkt, maximal 2 Punkt pro Risiko, maximal 8 Punkte insgesamt)



Nach einem Jahr ist der Aufbau des Unternehmens vorangeschritten. Die Rolle des Chef-Aktuars wird nicht mehr vom Unternehmensgründer wahrgenommen, sondern von einer erfahrenen Kraft, die man speziell für die Wahrnehmung dieser Rolle eingestellt hat. Etabliert wurde zudem ein Chief Risk Officer (CRO) auf Vorstandsebene. Das Unternehmen will sich als Spezial-Versicherer positionieren. Um die Kosten gering zu halten, wird keine eigene Risikomanagement-Abteilung unter dem CRO angesiedelt. Stattdessen gelten für jede Abteilung zwei Berichtslinien: Eine an den Vorstandsvorsitzenden und eine an den CRO. Für die Berichtslinie an den CRO gibt es in jeder Abteilung einen eigens dafür abgestellten Mitarbeiter der unter anderem auf monatlicher Basis einen eigenen Risikobericht für die Abteilung erstellt und die Kollegen in Fragen des Risikomanagements berät.

Einmal im Quartal tagt ein Risiko-Ausschuss, in dem neben dem CRO die Abteilungsleiter von Vertrieb, Vertragsbearbeitung und Schadenabwicklung vertreten sind. Der CRO leitet die Sitzungen des Risiko-Ausschusses.

Die Vergütung des Vorstands und der leitenden Angestellten besteht zu einem großen Teil aus einem variablen Bonus, der nach dem handelsrechtlichen Gewinn des Unternehmens des abgelaufenen Geschäftsjahres bemessen ist.

- (c) Nennen Sie Aspekte dieser Geschäftsorganisation, die vor dem Hintergrund eines wirksamen Risikomanagements positiv zu bewerten sind und Aspekte mit Verbesserungspotenzial in dieser Hinsicht! [8 Punkte]

Lösungsvorschlag

- positiv: Trennung der Rollen des Vorstandsvorsitzenden und des Chef-Aktuars.
- positiv: Eigener CRO auf Vorstandsebene.
- positiv: Risiko-Ausschuss unter Leitung des CRO, in dem die operativen Einheiten vertreten sind.
- verbesserungswürdig: Vertreter der zweiten Verteidigungslinie sollten dem Risiko-Ausschuss angehören.
- verbesserungswürdig: Vertreter der Kapitalanlage sollte dem Risiko-Ausschuss angehören.
- positiv: Eigene Berichtslinie für Belange des Risikomanagements.
- positiv: Dezidiertes Verantwortliches für Fragen des Risikomanagements in jeder Organisationseinheit.
- positiv: Regelmäßige spezifische Risikoberichte.



- positiv/verbesserungswürdig: Risikomanagementstruktur schlank, aber vorhanden und ausreichend für ein kleines Unternehmen mit überschaubarem Risikoprofil. Bei voranschreitendem Wachstum ist gegebenenfalls der Aufbau einer Risikomanagementabteilung angezeigt.
- positiv/verbesserungswürdig: Vergütung abhängig vom Unternehmenserfolg grundsätzlich positiv, jedoch Messung an HGB-Größe kritisch.
- verbesserungswürdig: Keine Abhängigkeit vom langfristigen Unternehmenserfolg.
- verbesserungswürdig: Variable Vergütung nicht von risikoadjustierte Kennzahl abhängig.

(weitere Nennungen möglich, ein Punkt je nachvollziehbarem Aspekt, maximal 8 Punkte)



Aufgabe 7. [Solvency II, Cyber-Risiko] [16 Punkte]

Die Liebenzeller Allgemeiner Versicherung AG (kurz LAV) betreibt das Schadenversicherungsgeschäft in den Sparten Unfall, Rechtsschutz, Wohngebäude und Hausrat. Über einen Quoten-Rückversicherungsvertrag gibt die LAV 30% ihres Geschäfts ab. Die LAV wendet die Standardformel an, um ihre Solvenzkapitalanforderung zu berechnen.

- (a) Welche Hauptrisikomodule gibt es in der Standardformel? Warum gibt es keines für das Liquiditätsrisiko? [4 Punkte]

Lösungsvorschlag

Die Hauptrisikomodule in der Standardformel sind:

- Marktrisiko,
- Ausfallrisiko,
- versicherungstechnisches Risiko Kranken,
- versicherungstechnisches Risiko Leben und
- versicherungstechnisches Risiko Nicht-Leben,

(je 0,5 Punkte).

Dem Liquiditätsrisiko läßt kann man nicht/schwer über eine Eigenmittelanforderung begegnen. Entscheidend ist, ob sich flüssige Mittel innerhalb der gleichen Frist beschaffen lassen, wie sie gegebenenfalls benötigt werden. Bei Versicherungsunternehmen ist das in der Regel gegeben.

(1,5 Punkte)

- (b) Die LAV plant, künftig nur noch 20% ihres Geschäfts über die Quoten-Rückversicherung abzugeben. Die SCR-Anforderungen welcher Hauptrisikomodule sind davon betroffen und welche nicht oder nur geringfügig. Begründen Sie Ihre Antworten! [5 Punkte]

Lösungsvorschlag

- Marktrisiko: Wenig/nicht betroffen. Ggf. Änderungen, wenn die einforderbaren Beträge aus Rückversicherung auf der Aktivseite über die Zeit durch andere Aktiva ersetzt werden.



- Ausfallrisiko: Betroffen, da das Ausfallrisiko der Rückversicherer entfällt oder ersetzt wird.
- versicherungstechnisches Risiko Kranken: Betroffen, da die versicherungstechnischen Risiken aus der Unfallversicherung in der Regel hierunter fallen.
- versicherungstechnisches Risiko Leben: nicht betroffen.
- versicherungstechnisches Risiko Nicht-Leben: Betroffen durch Prämien-, Reserve- und Katastrophenrisiko in den Sparten Rechtsschutz, Wohgebäude und Hausrat.

(je ein Punkt).

- (c) Ist es richtig, dass die Änderung des Basis-SCR sich direkt ergibt, aus der Summe der Änderungen in den Hauptrisikomodulen? Bitte begründen Sie Ihre Antwort. [1 Punkt]

Lösungsvorschlag

Nein, das ist nicht richtig. Die SCR der Hauptrisiko-Module werden nicht einfach addiert, sondern aggregiert unter Berücksichtigung einer Korrelationsmatrix. Daraus ergeben sich Diversifikationseffekte.

Die LAV bietet in Ihrer Hausratversicherung einen Zusatzbaustein „Cyber“ an. Gedeckt sind damit Schäden aus Hackerangriffen und Datenverlust für den privat genutzten Rechner. Geplant ist nun ein eigenständiges Cyberversicherungs-Produkt anzubieten, das alle Schäden durch Cyberrisiken im privaten Bereich abdeckt einschließlich von Support-Leistungen via Hotline. Das Aktuariat wird beauftragt, den Schadenbedarf und den Risikokapitalbedarf für dieses Produkt einzuschätzen. Ein Kollege schlägt vor, die Schadendaten aus dem Geschäft mit dem Zusatzbaustein dafür heranzuziehen.

- (d) Geben Sie eine Definition des Begriffs Cyber-Risiko an! [1 Punkt]

Lösungsvorschlag

Cyber-Risiken sind alle Risiken, die durch Digitalisierung und Vernetzung bedingt sind.

(alternative Definitionen möglich)

- (e) Welche Probleme könnten beim Versuch die im Zusammenhang der Deckung aus dem Zusatzbaustein gesammelten Daten zu nutzen bestehen? [5 Punkt]



Lösungsvorschlag

- Hackerangriffen und Datenverlust decken nur einen Teil der versicherten Risiken ab.
- Die Datenhistorie könnte zu kurz sein.
- Das Kundenprofil könnte anders sein. Anti-Selektionseffekte sind denkbar.
- Die Menge an erfassten Merkmalen könnte nicht ausreichen.
- Die Datengrundlage könnte für die Modellierung des Großschadenrisikos nicht ausreichend sein, weil sie zu klein ist oder Großschäden aufgrund der Produktcharakteristik eine andere Häufigkeit oder Schwere haben.
- Eine Datengrundlage für die Einschätzung des Kumulrisikos wird nicht vorhanden bzw. nicht zu beschaffen sein.
- ...

(je nachvollziehbarer Nennung einen Punkt, maximal 5)