

# **Prüfung im Oktober 2014 über Krankenversicherungsmathematik (Spezialwissen)**

**Erich Schneider**

Am 18. Oktober 2014 führte die DAV die Prüfung im Spezialgebiet Krankenversicherungsmathematik durch. Alle 17 Teilnehmer haben die Prüfung bestanden.

Die Prüfung bestand aus einer dreistündigen Klausur, in der die vier nachfolgenden Aufgaben zu lösen waren. Die Aufgaben wurden gestellt von A. Gartmann, K.-J. Maiwald, E. Schneider, und C. Zöller. Maximal waren insgesamt 180 Punkte zu erreichen. Zum Bestehen der Klausur waren mindestens 72 Punkte erforderlich.

## **Aufgabe 1 (45 Punkte)**

### **Auslösende Faktoren (AF) für Versicherungsleistungen und Sterbewahrscheinlichkeiten**

- a) Was war laut Gesetzesbegründung das wesentliche Motiv zur Einführung des zusätzlichen Auslösenden Faktors für die Sterblichkeit?
- b) Der vom Math.-Stat.-Ausschuss des PKV-Verbandes eingerichtete Arbeitskreis Sterbetafel hat seinerzeit Vorschläge zur Berechnung des Auslösenden Faktors erarbeitet:
  - i) Stellen Sie die vorgeschlagene Formel für den AF Sterblichkeit dar.
  - ii) Mit welchen Sterbetafeln sollte der Vergleich der erforderlichen und der kalkulierten Sterbewahrscheinlichkeiten ermittelt werden? Begründen Sie die Wahl der Sterbetafel für die kalkulierten Sterbewahrscheinlichkeiten.
  - iii) Wie wird in der Formel die Stornowahrscheinlichkeit berücksichtigt und warum?
  - iv) Wie sollte das wesentliche Motiv (siehe a)) umgesetzt werden.
- c) Wie wurde die Berechnung in der KalV (bestehende Rechtslage) umgesetzt? Stellen Sie die Formel für den AF Sterblichkeit für Krankheitskostentarife dar und erläutern Sie die Unterschiede zum Vorschlag des Arbeitskreises Sterbetafel.
- d) Im Referentenentwurf zum Gesetz zur Modernisierung der Finanzaufsicht über Versicherungen wird in § 155 VAG-E vorgeschlagen, die Auslösung von Beitragsanpassungen zu ändern. Erläutern Sie die beabsichtigten Änderungen.
- e) Welche Anregungen gibt der PKV-Verband hierzu?

**Lösung:**

Zu a)

Laut Gesetzesbegründung sollten große Beitragssprünge vermieden werden, die sich aus der Kumulierung von Anpassungserfordernissen ergeben können.

Zu b)

i) Der AF sollte durch einen Vergleich der Leistungsbarwerte erfolgen:

$$AF^{Sterb} = \left( \sum_x A_x^{neu} \cdot L_x \right) / \left( \sum_x A_x^{alt} \cdot L_x \right)$$

- ii) Die erforderliche Sterbewahrscheinlichkeit sollte mit der zum Zeitpunkt der AF-Berechnung jeweils zuletzt veröffentlichten Sterbetafel ermittelt werden, die kalkulierte Sterbewahrscheinlichkeit mit der zum Zeitpunkt der letzten Kalkulation zuletzt veröffentlichten Sterbetafel. Würde stattdessen für die kalkulierte Sterbewahrscheinlichkeit die bei der Kalkulation tatsächlich verwendete Sterbetafel berücksichtigt, ergäbe sich für den Fall, dass bei der Kalkulation bewusst nicht die zuletzt veröffentlichte Tafel verwendet wurde (siehe z.B. Basistarif), ggf. bereits ein Anpassungsrecht, selbst wenn sich die Sterblichkeit seit der Kalkulation noch gar nicht geändert hätte.
- iii) Die Leistungsbarwerte sollten ohne Berücksichtigung einer Stornowahrscheinlichkeit ermittelt werden. Damit sollte verhindert werden, dass sich bei den in der Regel als einheitliche Beobachtungseinheit geführten Tarifen mit und ohne Übertragungswerte (alte / neue Welt) unterschiedliche Auslösende Faktoren ergeben.
- iv) Die Kumulierung von Anpassungserfordernissen wird durch isolierte Betrachtung von Auslösenden Faktoren, die sich jeweils nur auf eine einzige Rechnungsgrundlage beziehen, nicht erfassbar. Zusätzlich zu den beiden Auslösenden Faktoren für die Versicherungsleistungen und für die Sterbewahrscheinlichkeiten sollte daher als dritter Auslösender Faktor auch deren multiplikative Verknüpfung eingeführt werden.

Zu c)

i) Der AF Sterblichkeit wird wie folgt berechnet:

$$AF^{Sterb} = \max \left[ \frac{1}{25} \cdot \sum_{x=21}^{45} \frac{A_x^{neu}}{A_x^{alt}}; \frac{1}{25} \cdot \sum_{x=46}^{70} \frac{A_x^{neu}}{A_x^{alt}}; \frac{1}{25} \cdot \sum_{x=71}^{95} \frac{A_x^{neu}}{A_x^{alt}} \right]$$

- ii) Zunächst wird für drei Altersbereiche von 21 bis 45, 46 bis 70 und 71 bis 95 (bei Tarifen der Krankentagegeldversicherung für die Gruppen 21 bis 45 und 46 bis 65) das arithmetische Mittel der Quotienten aus neuen und alten Leistungsbarwerten ermittelt. Das Maximum dieser drei Werte stellt den Auslösenden Faktor dar.
- iii) Die kalkulierte Sterbewahrscheinlichkeit wird mit der verwendeten Sterbetafel ermittelt.
- iv) Die Bestandszusammensetzung wird nicht berücksichtigt.

- v) Eine zusammenfassende Betrachtung der Auslösenden Faktoren für die Versicherungsleistungen und für die Sterbewahrscheinlichkeiten erfolgt nicht. Damit wurde das Ziel des Gesetzgebers (siehe a) nicht erfüllt.

Zu d)

- i) Es wird ein neuer Auslösender Faktor definiert, der sich als Produkt der beiden bisherigen Auslösenden Faktoren für die Versicherungsleistungen und die Sterbewahrscheinlichkeiten ergibt.
- ii) Die beiden bisherigen Auslösenden Faktoren lösen isoliert betrachtet kein Anpassungsrecht mehr aus.
- iii) Die Hürde für die Überprüfung und ggf. Anpassung der Beiträge wird von 10 Prozent bzgl. der Versicherungsleistungen und 5 Prozent bzgl. der Sterbewahrscheinlichkeiten jetzt für den neuen Auslösenden Faktor auf 5 Prozent festgelegt. Eine Wahlmöglichkeit zur Absenkung dieser Hürde gibt es nicht mehr.

Zu e)

Der PKV-Verband gibt in seiner Stellungnahme zum Referentenentwurf folgende Anregungen:

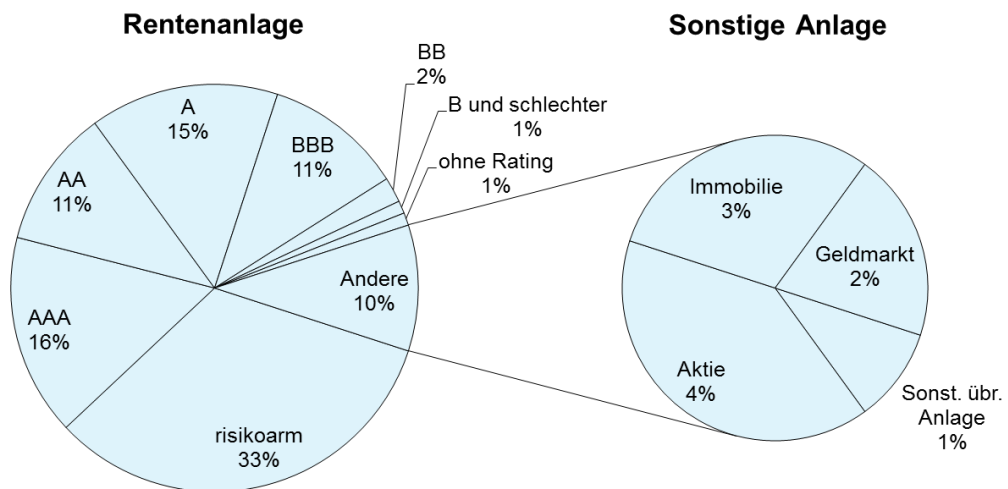
- i) Die beiden bisherigen Auslösenden Faktoren sollten erhalten bleiben; das Produkt sollte als zusätzlicher Faktor eingeführt werden.
- ii) Der Vergleich der kalkulierten mit den erforderlichen Sterbewahrscheinlichkeiten sollte sachgerechter erfolgen (siehe b ii). Für den Fall, dass bei der Kalkulation nicht die zuletzt veröffentlichte Tafel verwendet wurde, sondern eine in den Technischen Berechnungsgrundlagen festgelegte Modifikation dieser Tafel, wäre für die Berechnung der erforderlichen Sterbewahrscheinlichkeiten die aktuell zuletzt veröffentlichte Tafel in gleicher Form zu modifizieren.
- iii) Im Hinblick auf das anhaltend niedrige Zinsniveau sollte geprüft werden, ob der erforderliche Rechnungszins besser berücksichtigt werden kann.

## Aufgabe 2 (45 Punkte)

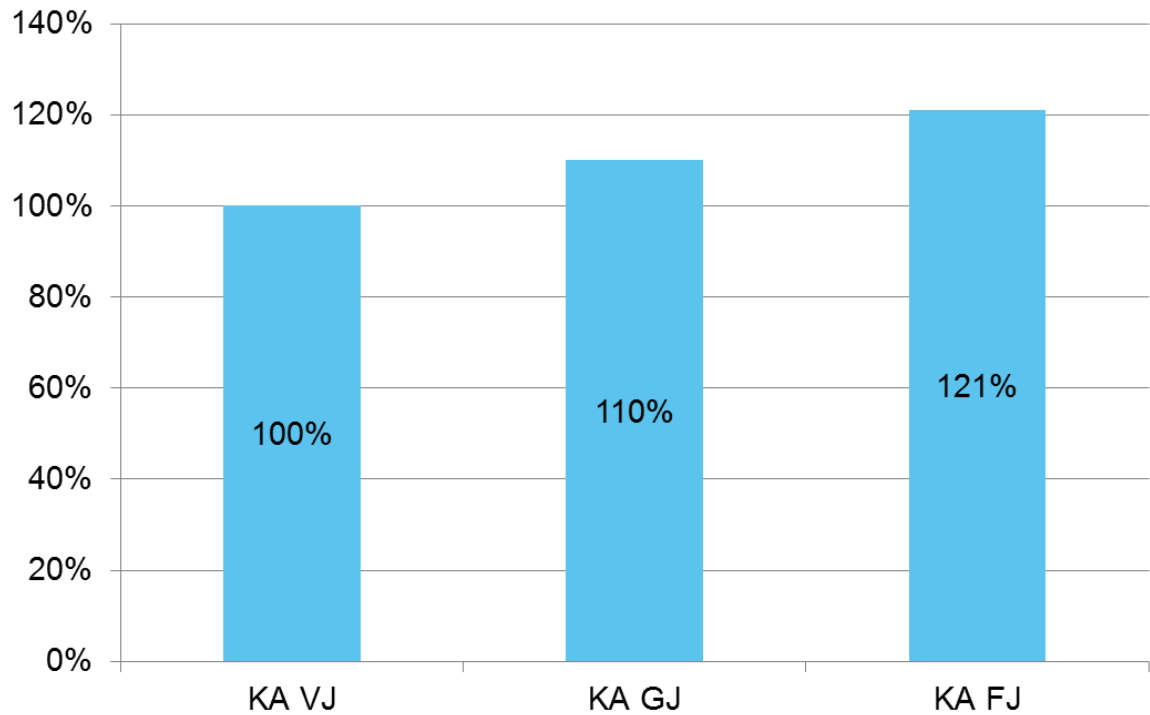
Sie sind im Aktuariat für die Berechnung des AUZ zuständig. Ein neuer Mitarbeiter soll sie bei der Berechnung unterstützen. Bei der täglichen Zusammenkunft stellt der Mitarbeiter Ihnen einige Fragen:

- Was ist der Unterschied zwischen einem Emissions-Rating und einem Emittenten-Rating?
- Kann das Emissions-Rating anders ausfallen als das Emittenten-Rating? Begründen Sie die Antwort.
- Warum wird bei jeder AUZ Berechnung das Sicherheitsniveau neu bestimmt?
- Wie lautet die Vorschrift zur Bestimmung des Sicherheitsniveaus in Abhängigkeit vom Zinsniveau?
- Wie hoch ist das Sicherheitsniveau bei einem aktuellen Zins von 3 %?
- Sie übergeben dem Mitarbeiter folgende Grafiken zu wichtigen Parametern der AUZ-Berechnung:

### Aufteilung der Kapitalanlagen nach Anlagearten



## Kapitalanlageentwicklung / VU

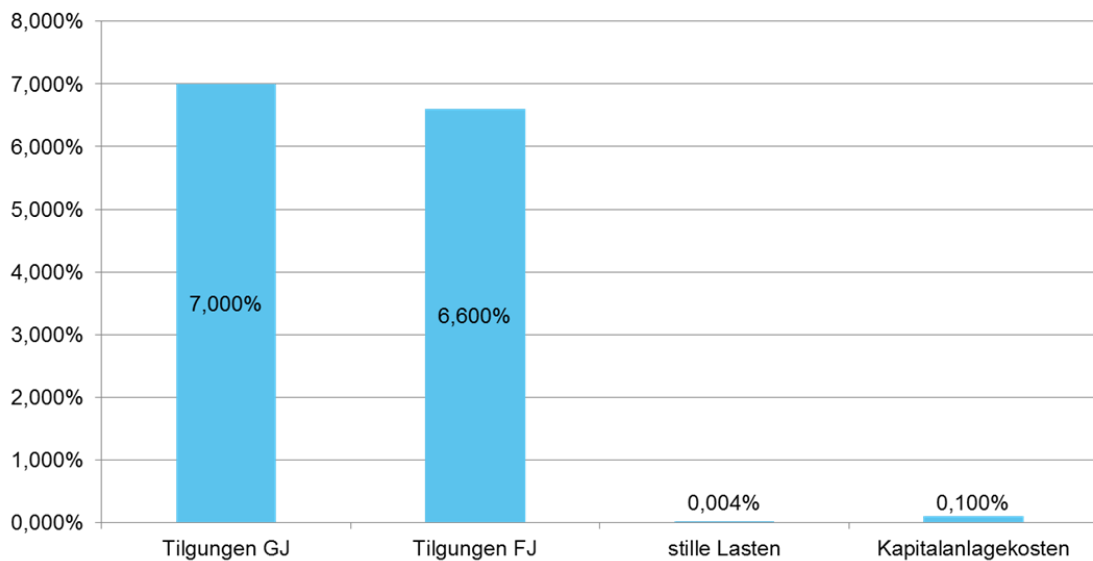


KA VJ = Kapitalanlage Vorjahr

KA GJ = Kapitalanlage Geschäftsjahr

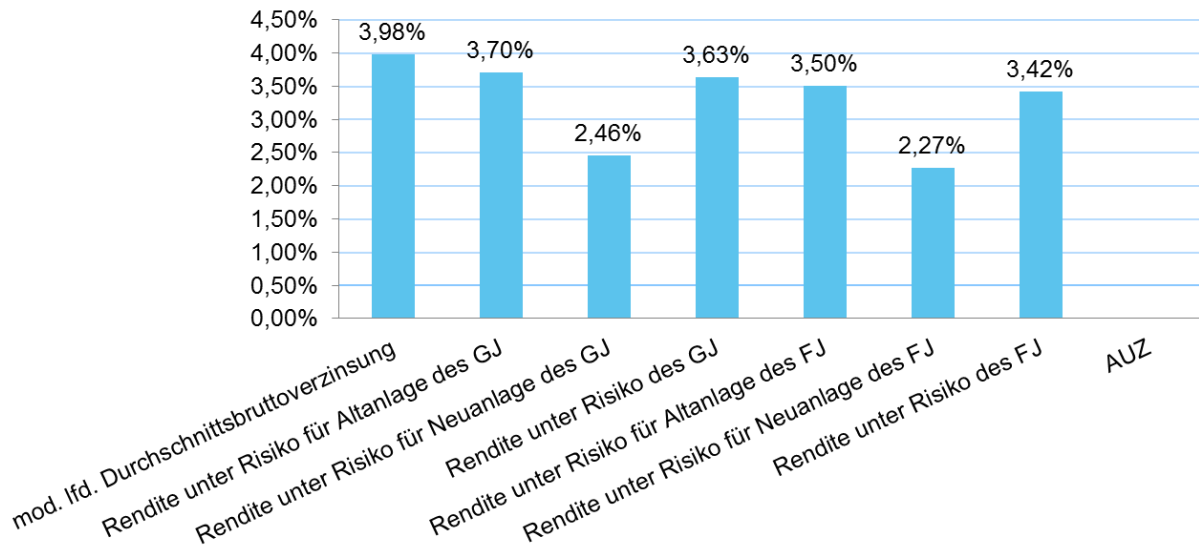
KA FJ = Kapitalanlage Folgejahr

## AUZ - Parameter



GJ = Geschäftsjahr

FJ = Folgejahr



Sie bitten den Mitarbeiter, folgenden Fragen nachzugehen, unter der Voraussetzung, dass das VU keine Optionen nutzen will:

- f1) Wie groß wird der Einfluss der stillen Lasten auf den AUZ-Wert sein?
- f2) Wie hoch wird der AUZ für das Unternehmen sein?
- f3) Wie hoch wird in etwa das Volumen der Neuanlage des Unternehmens bei der AUZ-Berechnung sein?

**Hinweise:**

Das Unternehmen hält 99 % der Rentenanlagen im Anlagevermögen und beabsichtigt, keine Wertpapiere vorzeitig zu verkaufen.

Bitte beachten Sie, dass im AUZ-Verfahren unterstellt wird, dass die Geldmarkttitel, die sonstigen übrigen Anlagen und der Anteil aus ungeplantem Handel insgesamt nur einmal im Berechnungszeitraum (jeweils hälftig im Geschäftsjahr und Folgejahr) wiederangelegt werden.

**Lösung:**

Zu a)

Unter Emittenten-Rating versteht man das Rating des Herausgebers (Emittent) der Kapitalanlage, während man unter Emissionsrating das Rating der jeweiligen Kapitalanlage (Emission) selbst versteht.

Wenn eine Firma eine Anleihe herausgibt, ist die Firma der Emittent. Als Emittenten-Rating gilt das Rating der Firma als Ganzes.

Unter Emissionsrating ist das Rating des herausgegebenen Papiers des Emittenten zu verstehen.

Zu b)

Das Emissions-Rating kann anders ausfallen als das Emittenten-Rating.

Wenn beispielsweise das Wertpapier abgesichert ist (z. B. über Immobilien, Bürgschaften, Hypotheken,...), kann das Emissionsrating besser ausfallen als das Emittenten-Rating, weil im Ausfall des Emittenten auf die hinterlegten Sicherheiten des Wertpapiers zurückgegriffen werden kann.

Zu c)

Bei niedrigem Zinsniveau ist zu erwarten, dass zumindest langfristig wieder ein Durchschnittszins erreicht wird (Mean Reversion Theorie). Es ist daher zu erwarten, dass ein weiteres Absinken des Zinsniveaus nach unten geringer ausfällt als in „normalen Zeiten“. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, wird bei niedrigen Zinsen der Quantilwert erhöht bzw. das Sicherheitsniveau abgesenkt. Anstelle des hohen Sicherheitsniveaus von 90% (10% Quantilwert) kann eine Absenkung auf bis zu 75% (25% Quantilwert) erfolgen.

Bei einem hohen Zinsniveau wird im Sinne einer aktuariell vorsichtigen Betrachtungsweise das höhere Sicherheitsniveau von 90% (10%-Quantil) zugrunde gelegt, weil erwartet werden kann, dass die Zinsen tendenziell stärker fallen können.

Da mit einfachen mathematischen Mitteln dieser Sachverhalt nicht korrekt dargestellt werden kann, wird dieser Effekt methodisch durch die Absenkung des formalen Sicherheitsniveaus von 90% auf bis zu 75% berücksichtigt.

Zu d)

Das Quantil für die AUZ Berechnung ergibt sich mit dem aktuellen Zins  $i$  aus der folgenden Vorschrift:

$i < 2,5\%$ : Quantil 25% (75% formales Sicherheitsniveau)  
 $i$  zwischen 2,5% und 5%:  $\text{Quantil} = 10\% + 15\% \cdot (5\% - i) / (5\% - 2,5\%) = 40\% - 6 \cdot i$   
 $i > 5\%$ : Quantil 10% (90% formales Sicherheitsniveau)

Zu e)

Der Quantilwert beträgt  $40\% - 6 \cdot 3\% = 22\%$  und damit das Sicherheitsniveau 78%.

Zu f)

f1) Die stillen Lasten betragen insgesamt 0,4 bp. Da sie jeweils zu 50 % im Geschäftsjahr und Folgejahr eingerechnet werden, beträgt der Einfluss maximal 0,2bp und macht sich daher nur im Rundungsbereich bemerkbar.

f2) Der AUZ-Wert ergibt sich aus der Rendite unter Risiko des FJ abzgl. den Kapitalanlagekosten  $3,42\% - 0,10\% = 3,32\%$ .

f3) Das Neuanlagevolumen des VU setzt sich zusammen aus den Tilgungen, dem Zuwachs sowie den Umschlägen aus dem Geldmarkt und den sonstigen übrigen Anlagen sowie dem ungeplanten Handeln mit Rentenanlagen.

Im Geschäftsjahr ergeben sich 7% aus Tilgungen und 10% aus dem Wachstum.

Der Anteil des Geldmarktes und der sonstigen übrigen Anlagen beträgt 2% bzw. 1%.

Die Neuanlageteile aus ungeplantem Handeln, dem notwendigen Handeln schlecht gerateter Papiere, dem Geldmarkt und den sonstigen übrigen Anlagen erfolgen jeweils zur Hälfte im Geschäftsjahr und im Folgejahr.

Das notwendige Handeln mit schlecht gerateten Papieren umfasst die Anlageklasse „B und schlechter“, also 1% der Gesamtanlage.

Das ungeplante Handeln mit Rentenanlagen beträgt 2% der Rentenanlagen (ohne B und schlechter) ( $2\% \cdot 89\% = 1,795\%$ ), da die Untergrenze von 2% greift. Es werden maximal 1% der Rentenanlagen nach Marktwert bewertet sein können.

Damit ergibt sich eine Neuanlage von mindestens

$$7\% + 10\% + 0,5 \cdot (2\% + 1\%) + 0,5 \cdot (2\% \cdot 89\% + 100\% \cdot 1\%) = 19,89\%.$$

Für das Folgejahr erhält man entsprechend

$$6,6\% + 10\% + 0,5 \cdot (2\% + 1\%) + 0,5 \cdot (2\% \cdot 89\% + 100\% \cdot 1\%) = 19,49\%.$$



### Aufgabe 3 (45 Punkte)

- a) Beschreiben Sie die aktuellen Probleme hinsichtlich der Glättung der Beitragsverläufe in der Folge von Beitragsanpassungen im Bestand. Gehen Sie dabei besonders auf das Alterssegment 50-65 ein.
- b) Erarbeiten Sie Lösungsvorschläge für diese Probleme, sodass eine Glättung der Beitragsentwicklungen im Bestand einfacher erreicht werden kann. Gehen Sie dabei auch darauf ein, ob für Ihren Vorschlag eine Änderung der aktuellen Gesetzeslage erforderlich ist.

#### Lösung:

Zu a)

Die Anpassungen wurden in der Vergangenheit zwar durch die beobachteten Leistungssteigerungen ausgelöst, sie fielen aber insgesamt dann häufig deutlich höher aus, da die anderen Rechnungsgrundlagen, früher vor allem das Storno und jetzt der Rechnungszins, reduziert werden mussten. Damit waren und sind Anpassungshöhen von über 10% keine Seltenheit sondern eher die Regel, da die Auslösenden Faktoren erst ab einem 10%-igem Überschreiten der rechnungsmäßigen Werte anspringen.

Zur Glättung der resultierenden Anpassungen stehen unterschiedliche Mittel zur Verfügung:

Die Verwendung der Mittel aus dem gesetzlichen Zuschlag und dem Überzins sind in der ÜbschV und im §12a VAG hinterlegt. Diese Mittel dürfen erst ab dem 65. Lebensjahr eingesetzt werden. §12a (3) VAG sah zwar eine Ausnahme für die Mittel der erfolgsunabhängigen RfB vor, sodass ein Einsatz auch bei Versicherten, die das 55. Lebensjahr vollendet haben, möglich ist. Diese Ausnahme ist aber mit dem Jahr 2010 ausgelaufen. Damit können alle diese Mittel nur noch zu Glättungen ab dem 65. Lebensjahr eingesetzt werden.

Somit stehen vor der Vollendung des 65. Lebensjahres zur Beitragslimitierung nur Mittel aus der erfolgsabhängigen RfB zur Verfügung.

Bei dem genannten Alterssegment von 50 – 65 nimmt mit der damit einhergehenden zunehmenden Vertragsdauer der Anteil der Alterungsrückstellung am Prämienbarwert stetig zu. Die Anpassungen auf den Zahlbeitrag werden aufgrund des resultierenden Nachfinanzierungsbedarfs aus der Rückstellung prozentual immer höher. Im Alterssegment 50-65 ist dies bei Versicherungsdauern von bis zu 40 Jahren der Fall. Hinzu kommt, dass aufgrund der notwendigen Senkungen der rechnungsmäßigen Stornowahrscheinlichkeiten und teilweise auch des Rechnungszinses (siehe oben) die Barwerte in den letzten Jahren deutlich gestiegen sind (Rentenbarwerte von über 20 sind keine Seltenheit, d.h. für 1€ Limitierung müssen rund 240€ aus der eaRfB aufgebracht werden). Da zusätzlich auch ein großer Anteil der Bestände in diesem Alterssegment versichert ist, sind Limitierungen von Beitragsanpassungen in diesem Alterssegment gegenüber früheren Jahren deutlich teurer geworden und aufgrund der Größe des Bestandes auch nicht mehr dauerhaft möglich.

Dies führt zu dem sogenannten Mittelalterproblem. In diesem Segment sind die deutlichsten Anpassungen zu beobachten.

Zu b)

Zur Glättung von Beitragsentwicklungen ist ein ganzer Blumenstrauß an Maßnahmen denkbar:

- Reduktion des AF-Intervalls auf 5%  
Reduziert man die AF-Schwelle, sind Anpassungen regelmäßiger möglich und damit gehen die effektiven Anpassungshöhen zurück (die notwendige Renovierung von Rechnungsgrundlagen summiert sich nicht so deutlich auf). Dies ist im Neugeschäft durch eine Festlegung in den AVB möglich. Um dies aber auch in den Beständen, die aktuell die 10%-Grenze verankert haben, durchzusetzen, wäre eine Änderung des VAG erforderlich.
- Versuch zur Fixierung eines Mindest-Überzinses

Durch die aktuelle Kapitalmarktsituation ist die Nettoverzinsung der Unternehmen in den letzten Jahren deutlich zurück gegangen. Viele Unternehmen haben nicht durch eine parallele Reduktion des Rechnungszinses hierauf reagiert, so dass die Überschüsse aus Überzins dadurch deutlich zurückgegangen sind. Da der Überzins aber an der Quelle entsteht, die das Altenproblem auslöst, wäre die Erhöhung der Überzinsen eine sehr zielgerichtete Maßnahme. Jedoch kann man einmal abgeschmolzene Sicherheiten nicht mehr nachträglich wieder in die Beiträge einkalkulieren. D.h. aktuell wäre maximal eine Beibehaltung des Status Quo möglich. Damit wäre auch für diese Maßnahme (verpflichtender Überzins von x%) eine Gesetzesänderung erforderlich.

- Erhöhung des gesetzlichen Zuschlags und Verlängerung der Zahlung

Durch das Abschmelzen des Überzinses hat der gesetzliche Zuschlag nun die zentrale Rolle bei der Überschussgenerierung eingenommen, allerdings kann er die wegbrechenden Überzinsen nicht ausgleichen. Daher wäre es auch denkbar, den Zuschlag zu erhöhen oder die Zahlungsdauer in Folge des höheren Renteneintrittsalters über das 60. Lebensjahr hinaus zu verlängern. Da der gesetzliche Zuschlag in seiner aktuellen Form im VAG verankert ist, ist auch diese Maßnahme nur bei Eingriff des Gesetzgebers möglich.

- Flexibilisierung der Mittelverwendung auch vor dem 65. Lebensjahr

Das Einsammeln zusätzlicher Mittel über den Überzins und/oder dem gesetzlichen Zuschlag macht natürlich nur dann Sinn zur Entlastung des Mittelalterproblems, wenn gleichzeitig auch die Mittelverwendung hieraus flexibilisiert wird. Ein Teil der Mittel sollte schon vor dem 65. Lebensjahr zur Beitragslimitierung verwendet werden können. Die Mittelverwendung ist komplett gesetzlich fixiert, sodass eine Flexibilisierung nur durch eine Gesetzesänderung möglich ist.

- Beschränkung der Anrechnung der Rückstellungen bei Tarifwechsel

Viele Versicherte reagieren auf die gestiegene Beitragsbelastung durch eine Reduktion

des Versicherungsschutzes und damit resultierenden niedrigeren Beiträgen. Diese Möglichkeit wird vor allen von den gesunden Versicherten genutzt. Damit verursacht der Wechsel für den abgebenden Bestand zusätzlich Antiselektionseffekte. Ein Wechsel wird auch dadurch interessant, dass die bisherige im Tarif mit höheren Leistungen angesparte Alterungsrückstellung häufig komplett beitragsmindernd angerechnet wird. Die aktuelle Gesetzeslage erlaubt bereits die Anrechnung zu beschränken auf den Beitrag zum ursprünglichen Eintrittsalter. Nicht gutgebrachte Mittel werden dann der Beitragsentlastung im Alter zugeführt. Durch eine Änderung der Kalkulationsverordnung könnte man diese Möglichkeit noch erweitern. Z.B. könnten man die Anrechnung auf den Beitrag noch weiter beschränken (z.B. aktuelles Bestandsalter) oder aber die entstehenden Kappungsmittel nicht der Beitragsentlastung im Alter zuführen sondern im Laufe der folgenden Anpassungen zur Beitragslimitierung verwendbar machen.

- Leistungssteuerung

Eine Allzweckwaffe ist natürlich die Leistungssteuerung. Damit können in einem gewissen Rahmen Leistungsauszahlungen gedrosselt werden und Anpassungserfordernisse seltener ausgelöst werden. Dies ist auch im aktuellen gesetzlichen Kontext bereits möglich.

#### **Aufgabe 4 (45 Punkte)**

Bearbeiten Sie diese Aufgabe auf Basis der Richtlinie 2009/138/EG vom 25. November 2009 (Solvabilität II) in Verbindung mit den Methoden zur Ermittlung der inflationsneutralen Bewertung in der PKV für die Erhebung im Sommer 2014.

- a) Welches Szenario wird beim Langlebigkeitsschock unterstellt?
- b) Geben Sie die Formel für den Betrag an, um den sich beim Langlebigkeitsschock die neubewertete Alterungsrückstellung erhöht.
- c) Begründen Sie, warum die durchschnittlichen Sterbe- und Stornowahrscheinlichkeiten beim Langlebigkeitsschock auf die von Ihnen beschriebene Art in die Formel eingehen.
- d) Welches Szenario wird beim Sterblichkeitsschock unterstellt?
- e) Geben Sie die Formel für den Betrag an, um den sich beim Sterblichkeitsschock die neubewertete Alterungsrückstellung erhöht.

Geben Sie bei den Formeln jeweils die Bedeutung aller Symbole an. Die Berechnungsformeln für die in die einzelnen Formeln eingehenden Komponenten, z.B. für die durchschnittlichen Sterbe- und Stornowahrscheinlichkeiten des Bestandes, müssen Sie dabei nicht angeben.

**Lösung:**

Zu a)

Es wird eine dauerhafte Verringerung der Sterbewahrscheinlichkeiten um 20% unterstellt und zwar bei allen Verträgen, für die dies zu einer Erhöhung der Erwartungswerrückstellung führt.

Zu b)

Die neubewertete Alterungsrückstellung erhöht sich um

$$\sum_{t=0}^{N_{qx\downarrow}-1} \frac{f_t^{qx\downarrow} \cdot 0,2 \cdot q_t \cdot V^{t+1}}{(1+i_{t+1})^{t+1} \cdot (1-q_t-w_t)}$$

$N_{qx\downarrow}$  ist der erwartete Zeitraum bis zur nächsten Beitragsanpassung.

$f_t^{qx\downarrow}$  ist der schockbedingte zusätzliche Wachstumsfaktor für des Bestand des Jahres  $[t,t+1[$ .

$V^t$  ist die tarifliche HGB-Alterungsrückstellung des Bestandes nach  $t$  Jahren (vor Schock).

$q_t$  ist die durchschnittliche Sterbewahrscheinlichkeit des Bestandes im Jahr  $[t,t+1[$ .

$w_t$  ist die durchschnittliche Stornowahrscheinlichkeit des Bestandes im Jahr  $[t,t+1[$ .

$i_t$  ist der risikoneutrale jährliche Zins zur Laufzeit  $t$  Jahre, erhöht um das volatility adjustment.

Zu c)

Rechnungsmäßig wird bei der Erwartungswerrückstellung jährlich ein Abschmelzen des Bestandes durch Sterblichkeit also um den Anteil  $q_t$  angesetzt. Durch den Schock fällt dieses Abschmelzen um 20% geringer aus, so dass sich in jedem Jahr eine um 20% von  $q_t$  erhöhte Alterungsrückstellung ergibt. Dies erklärt das Auftreten von  $q_t$  im Zähler.

Der schockbedingte Sterblichkeitsverlust eines Jahres  $[t,t+1[$  betrifft den zu Beginn des Jahres vorhandenen Bestand und wirkt sich auf seine auf das Jahresende berechnete Alterungsrückstellung aus.  $V^{t+1}$  ist aber die auf den Zeitpunkt  $t+1$  berechnete Alterungsrückstellung des Bestandes nach Ablauf von  $t+1$  Jahren. Die Sterbe- und Stornofälle des Jahres  $[t,t+1[$  sind nicht mehr in diesem Bestand enthalten. Der zu Beginn des Jahres  $[t,t+1[$  vorhandene Bestand ist um den Faktor  $1/(1-q_t-w_t)$  größer. Dies erklärt das Auftreten von  $1-q_t-w_t$  im Nenner.

Zu d)

Es wird eine dauerhafte Erhöhung der Sterbewahrscheinlichkeiten um 15% unterstellt und zwar bei allen Verträgen, für die dies zu einer Erhöhung der Erwartungswerrückstellung führt.

Zu e)

Die neubewertete Alterungsrückstellung erhöht sich um

$$- \sum_{t=0}^{N_{qxup}-1} \frac{f_t^{qxup} \cdot 0,15 \cdot q_t \cdot V^{t+1}}{(1+i_{t+1})^{t+1} \cdot (1-q_t - w_t)} + \sum_{t=0}^{\omega} \frac{(P_t - P_t^{qxup}) \cdot relZ_t^{vt\ddot{U}}}{(1+i_t)^t}.$$

$N_{qxup}$  ist der erwartete Zeitraum bis zur nächsten Beitragsanpassung.

$f_t^{qxup}$  ist der schockbedingte zusätzliche Minderungsfaktor für des Bestand des Jahres  $[t, t+1[$ .

$P_t$  ist die erwartete gezillmerte Nettoprämie für den Bestand zum Zeitpunkt  $t$ .

$P_t^{qxup}$  ist die bei Schock erwartete gezillmerte Nettoprämie für den Bestand zum Zeitpunkt  $t$ .

$relZ_t^{vt\ddot{U}}$  ist der relative versicherungstechnische Überschuss des Jahres  $[t, t+1[$ .

$\omega$  ist das letzte Jahr, für das eine Zahlung erwartet wird.