Eidgenössische Finanzmarktaufsicht FINMA
Autorité fédérale de surveillance des marchés financiers FINMA
Autorità federale di vigilanza sui mercati finanziari FINMA
Swiss Financial Market Supervisory Authority FINMA

Technische Beschreibung für das SST-Standardmodell Aggregation und Mindestbetrag

Standardmodell Versicherungen

31. Oktober 2025

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung

Das vorliegende Dokument definiert im Sinn von Art. 45 Abs. 1 der Aufsichtsverordnung (AVO; SR 961.011) das SST-Standardmodell für die Aggregation (Abschnitt 4) einschliesslich der Standardmethode für die Aggregation von Szenarien (Abschnitt 5) und das SST-Standardmodell für den Mindestbetrag (MVM) (Abschnitt 6).

Die beiden Standardmodelle werden zusammen bezeichnet als

- Standardmodell Aggregation und Mindestbetrag.

Das vorliegende Dokument enthält in Abschnitt 2 gewisse Grundlagen zum SST, einschliesslich SST-Quotient, risikotragendes Kapital, Zielkapital und SST-Bilanz, mit Verweisen auf die Aufsichtsverordnung FINMA (AVO-FINMA; SR 961.011.1). Abschnitt 3 führt die Standardmodellzerlegung der Einjahresänderung zur Berechnung des Zielkapitals auf, die der modularen Struktur des Standardmodells unterliegt. Zudem zeigt sie die Zerlegung der Einjahresänderung aus Versicherungsverträgen nach Risikokategorien (Versicherungs-, Markt- und Kreditrisiko) für die Nichtlebensversicherung im Standardmodell.

Das Standardmodel für die Aggregation aggregiert die Verteilungen der Einjahresänderungen pro Risikokategorie (Lebens-, Schadens- und Krankenversicherungsrisiko und Markt- und Kreditrisiko) sowie allfällige Szenarien für die Berechnung des Zielkapitals. Die Berechnung der Verteilungen der Einjahresänderungen pro Risikokategorie im Standardmodell ist in den jeweiligen technischen Beschreibungen dargestellt, wobei Schadenversicherungsrisiko mit einem der Standardmodelle Schaden, Rückversicherung oder Captive modelliert wird.

Für das Standardmodell für den Mindestbetrag deckt die vorliegende Dokumentation die folgenden Komponenten und Elemente ab: grundsätzliches Vorgehen, Standardmethode für das nicht-hedgebare Marktrisiko, Standardmethode für die Kapitalkostenrückstellung für die aktuelle Einjahresperiode und eine Wahlmöglichkeit im Standardmodell zur Modellierung der Einjahresänderung des Mindestbetrags für die Berechnung des Zielkapitals. Die weiteren Komponenten sind in den technischen Beschreibungen der entsprechenden Standardmodelle pro Risikokategorie beschrieben.

Die Änderungen dieses Dokuments gegenüber Vorversionen sind in Abschnitt 8 aufgeführt.

2 Grundlagen des SST

2.1 SST-Quotient, risikotragendes Kapital und Zielkapital

2.1.1 SST-Quotient

Nach Art. 39 AVO ist der SST-Quotient zum Stichtag $t = 0$ (Art. 1 AVO-FINMA) definiert als der Quotient von risikotragendem Kapital und Zielkapital,

$$\text{SST-Quotient} = \frac{RTK}{ZK}$$

wobei

- $RTK = RTK_0$ = risikotragendes Kapital nach Art. 32 AVO zum Stichtag $t = 0$;
- $ZK = ZK_0$ = Zielkapital nach Art. 35 AVO zum Stichtag $t = 0$.

Ein SST-Quotient kann genau dann ausgewiesen werden, wenn das Zielkapital ZK positiv ist (Art. 39 AVO), und dann ist das Schutzniveau des SST aus Art. 9b des Versicherungsaufsichtsgesetzes (VAG; SR 961.01) genau dann eingehalten, wenn der SST-Quotient mindestens 100 % beträgt. Bei einem negativen risikotragenden Kapital ist der SST-Quotient von beschränkter Aussagekraft, weil er dann bei Erhöhung des Zielkapitals steigt.

Soweit nicht anderweitig spezifiziert, sind die folgenden Ausdrücke in SST-Währung, d.h. der Währung, in der die SST-Bilanz, das risikotragende Kapital und das Zielkapital berechnet werden (Art. 4 AVO-FINMA).

Im Folgenden beschränken wir uns auf den Fall, dass keine risikoabsorbierenden Kapitalinstrumente nach Art. 37 AVO vorhanden sind (ausser in der Tabelle in Abschnitt 2.2).

2.1.2 Risikotragendes Kapital

Sind keine risikoabsorbierenden Kapitalinstrumente vorhanden, so sind die in Art. 32 AVO aufgeführten Ausdrücke "risikotragendes Kapital", "Kernkapital" und "SST-Nettoaktiven" identisch, und das risikotragende Kapital RTK_t zu einem Zeitpunkt t, insbesondere zum Stichtag $t = 0$, ist gegeben durch die Differenz des Werts A_t der Aktiven und des Werts L_t der Verbindlichkeiten, verringert um die Abzüge Ded_t:

$$RTK_t = A_t - L_t - Ded_t$$

Dabei ist:

- A_t = marktkonformer Wert der Aktiven (Art. 24 AVO) in der SST-Bilanz zum Zeitpunkt t;

- L_t = marktkonformer Wert der Verbindlichkeiten (Art. 27 AVO) in der SST-Bilanz zum Zeitpunkt t;

- $Ded_t = Div_t + Ded_t^{oth}$ = Abzüge nach Art. 32 Abs. 4 AVO, gegeben durch die Summe aus der vorgesehenen Dividende Div_t für das Vorjahr und den weiteren Abzügen Ded_t^{oth} (Kapitalrückzahlungen, gewisse eigene Aktien, immaterielle Vermögenswerte, gewisse Steuern).

Die Aktiven und Verbindlichkeiten, die in der SST-Bilanz zu einem Zeitpunkt enthalten sind (Umfang der SST-Bilanz), sind in Art. 3 AVO-FINMA festgelegt, siehe Abschnitt 2.2.

2.1.3 Zielkapital

Das Zielkapital $ZK = ZK_0$ zum Stichtag $t = 0$ ist nach Art. 35 Abs. 2 AVO definiert über die Einjahresänderung des (diskontierten) risikotragenden Kapitals:

$$ZK_0 = -ES_\alpha\left[\left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot RTK_1 - RTK_0\right]$$

wobei:

- $t = 1$ = Ende der 12 Monate (Einjahresperiode) ab Stichtag $t = 0$;

- ES_α = *Expected Shortfall* (Art. 36 AVO) bei einer Eintrittswahrscheinlichkeit $\alpha = 1\%$, wobei das Schutzniveau durch $1 - \alpha = 99\%$ gegeben ist (Art. 22 AVO);

- $r_{0,1}$ = einjähriger risikoloser Zinssatz (Art. 31 AVO) in SST-Währung zum Zeitpunkt $t = 0$, d.h. mit Fälligkeit zum Zeitpunkt $t = 1$.

Die Einjahresänderung $\Delta RTK_1 = \left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot RTK_1 - RTK_0$ des (diskontierten) risikotragenden Kapitals für die Berechnung des Zielkapitals wird in Abschnitt 3 weiter behandelt. Die im SST verwendeten Definitionen und Eigenschaften des *Expected Shortfalls* sind in Abschnitt 7.1 im Anhang aufgeführt.

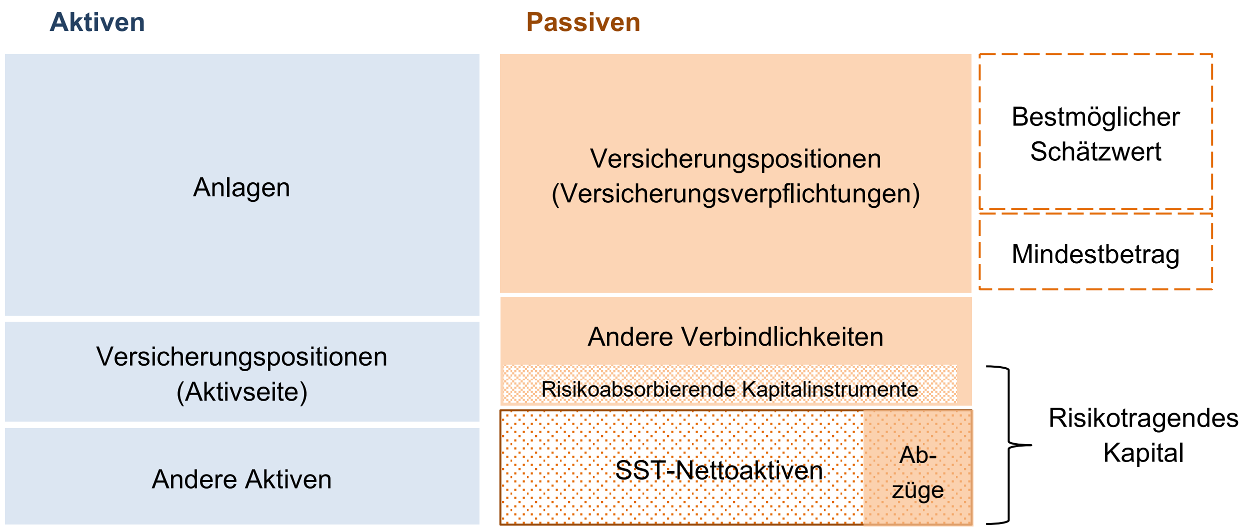
Sind keine risikoabsorbierenden Kapitalinstrumente vorhanden, so entspricht das Zielkapital nach Art. 35 Abs. 1 AVO den SST-Nettoaktiven, die zum Stichtag $t = 0$ mindestens vorhanden sein müssen, damit der *Expected Shortfall* der SST-Nettoaktiven bei $t = 1$ nicht negativ ist, d.h. damit zum Stichtag $t = 0$ gilt: $ES_\alpha[RTK_1] \geq 0$.

2.2 SST-Bilanz

2.2.1 Übersicht

Die folgende Illustration gibt eine vereinfachte graphische Übersicht über die Positionen der SST-Bilanz und die Berechnung der SST-Nettoaktiven und des risikotragenden Kapitals. Die einzelnen SST-Bilanzpositionsklassen werden in Abschnitt 2.2.2 weiter ausgeführt.

Wie in Abschnitt 2.1.2 ergeben sich die SST-Nettoaktiven aus der Differenz der Werte der Aktiven und Verbindlichkeiten abzüglich der Abzüge. Für das risikotragende Kapital kommen zu den SST-Nettoaktiven die an das risikotragende Kapital angerechneten risikoabsorbierenden Kapitalinstrumente dazu.



2.2.2 SST-Bilanzpositionsklassen

Ausgangspunkt für das risikotragende Kapital RTK_0 und das Zielkapital ZK_0 sind:

(a) die SST-Bilanz zum Stichtag $t = 0$ und

(b) die möglichen SST-Bilanzen am Ende $t = 1$ der Einjahresperiode ab Stichtag.

Das risikotragende Kapital RTK_t zum Zeitpunkt t ist nach Abschnitt 2.1.2 gegeben als

$$RTK_t = A_t - L_t - Ded_t$$

Die Terme auf der rechten Seite können wie folgt durch Werte von Klassen von Positionen der SST-Bilanz (SST-Bilanzpositionsklassen) und Abzüge dargestellt werden:

- $A_t = A_t^{inv} + A_t^{ins} + A_t^{reins} + A_t^{oth}$
- $L_t = L_t^{ins} + L_t^{reins} + L_t^{oth}$
- $Ded_t = Div_t + Ded_t^{oth}$

Die SST-Bilanzpositionsklassen und die Abzüge sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Objektklasse	SST-Bilanzpositionsklasse	
Versicherungsverträge (inkl. passive Rückversicherung)[1]	**Versicherungspositionen**	
	Aktiven	Passiven
• **aktive Versicherungsverträge** (inkl. aktive Rückversicherung und Retrozession)	• A_t^{ins} = Wert der **Prämien-** und **Depotansprüche**[2] aus aktiver Versicherung	• L_t^{ins} = Wert der **Versicherungsverpflichtungen im engeren Sinn** (ausgehende Leistungen, Kosten) aus aktiver Versicherung
• **passive Rückversicherungsverträge** (inkl. passive Retrozession)	• A_t^{reins} = Wert der **Rückversicherungsansprüche** (eingehende Leistungen und sonstige eingehende Cashflows) aus passiver Rückversicherung	• L_t^{reins} = Wert der **Prämien-** und **Depotverbindlichkeiten** aus passiver Rückversicherung
Anlagen	**Anlagepositionen**	
Anleihen, Immobilien, Aktien, Fonds, Cash, Beteiligungen etc.[3]	• A_t^{inv} = Wert der Anlagen (Aktiven)	
Andere	**Positionen für andere Objekte**	
einschliesslich:	Aktiven	Passiven
• sonstige Kapital- und Risikotransferinstrumente nach Art. 40 Abs. 3 AVO • risikoabsorbierende Kapitalinstrumente nach Art. 37 AVO	• A_t^{oth} = Wert der **anderen Aktiven**, z.B. Garantieansprüche	• L_t^{oth} = Wert der **anderen Verbindlichkeiten** ohne angerechnete risikoabsorbierende Kapitalinstrumente[4]
Abzüge Ded_t für das risikotragende Kapital nach Art. 32 Abs. 3 AVO		
• Div_t = Dividenden zum Zeitpunkt t vorgesehen und anschliessend ausbezahlt. • Ded_t^{oth} = Wert der restlichen Abzüge nach Art. 32 Abs. 4 AVO.		

Als Beispiel zur Illustration der in der obigen Tabelle enthaltenen Begriffe "Objektklasse" und "SST-Bilanzpositionsklasse" führen aktive Versicherungsverträge und passive Rückversicherungsverträge (Objektklasse Versicherungsverträge) zu Vermögenswerten und Verpflichtungen, die in der SST-Bilanz unter der SST-Bilanzpositionsklasse Versicherungspositionen aufgeführt werden. Dabei kann z.B. ein passiver Rückversicherungsvertrag sowohl zu einer Aktivposition Rückversicherungsansprüche als auch zu einer Passivposition Prämienverbindlichkeiten führen. Objekte können im Zeitverlauf eine Auswirkung auf SST-Bilanzpositionen anderer Objektklassen haben. Beispielsweise werden Leistungszahlungen aus Versicherungsverträgen (Objektklasse) aus Anlagepositionen getätigt, z.B. über Cash, und führen also zu Änderungen von Anlagepositionen (Objektklasse Anlagen).

[1] Der Begriff "Versicherungsverträge" umfasst in diesem Dokument immer auch die passive Rückversicherung. An gewissen Stellen führen wir dies als "inkl. passive Rückversicherung" explizit auf, an anderen nicht.

[2] Ansprüche enthalten bereits bestehende Forderungen und weitere Ansprüche, die mit einer positiven Wahrscheinlichkeit in Zukunft zu Forderungen führen können. Es kann vorkommen, dass Ansprüche unter einer Bilanzposition aufgeführt werden, die als "Forderungen" bezeichnet wird.

[3] Hier sind Cash/ flüssige Mittel Teil der Anlagen; in der SST-Mindestgranularität (Art. 24 Abs. 1 AVO-FINMA) werden sie dagegen unter den "Übrigen Aktiven" aufgeführt.

[4] D.h. ohne risikoabsorbierende Kapitalinstrumente (Art. 37 AVO), die von der FINMA genehmigt und unter Einhaltung der Anrechenbarkeitsbeschränkungen an das risikotragende Kapital angerechnet werden (Art. 34 AVO).

Prämienansprüche werden in Art. 30 AVO und bei den Versicherungssparten ausser Schadenversicherung (inkl. Rückversicherung) und kollektiver Krankentaggeldversicherung in Abweichung zu obiger Tabelle im Wert der Versicherungsverpflichtungen auf der Passivseite berücksichtigt (abgezogen). In der obigen Tabelle werden die Prämienansprüche hingegen wie bei der Schadenversicherung (inkl. Rückversicherung) und der kollektiven Krankentaggeldversicherung (Art. 5 Abs. 3 AVO-FINMA) unter den Aktiven aufgeführt und damit separat von den Versicherungsverpflichtungen im engeren Sinn (für künftige ausgehende Leistungen und Kosten) auf der Passivseite.

Der Umfang der SST-Bilanz aus Art. 3 AVO-FINMA definiert die Vermögenswerte und Verpflichtungen, die zu den Zeitpunkten $t = 0$ und $t = 1$ als Aktiven und Verbindlichkeiten in der jeweiligen SST-Bilanz enthalten sind. Die Definition des Umfangs der SST-Bilanz wird in den Erläuterungen zu Art. 3 AVO-FINMA ausgeführt.

Für die Bewertung der Aktiven und Verbindlichkeiten in der SST-Bilanz zum Zeitpunkt $t = 0$ (relevant für das risikotragende Kapital RTK_0 zum Stichtag), die Modellierung der Einjahresperiode ab Stichtag und die Bewertung zum Zeitpunkt $t = 1$ (relevant für das risikotragende Kapital RTK_1 bei $t = 1$ und damit das Zielkapital ZK_0) kommen die Annahmen für den SST aus Art. 2 AVO-FINMA zur Anwendung. Die Erläuterungen zu Art. 2 AVO-FINMA gehen näher auf die Annahmen für den SST ein.

Zur Granularität des Ausweises der Aktiven und Verbindlichkeiten in der SST-Bilanz siehe insbesondere Art. 3 Abs. 2, Art. 5 und Art. 24 Abs. 1 AVO-FINMA (SST-Mindestgranularität).

2.2.3 Bestmöglicher Schätzwert aller Versicherungspositionen

Nach Art. 30 Abs. 2 AVO wird der Wert der Versicherungsverpflichtungen berechnet als Summe von

- bestmöglichem Schätzwert (Art. 30 Abs. 3 AVO) und
- Mindestbetrag (Art. 30 Abs. 4 AVO).

Mit der Aufteilung der Werte der Aktiven und Verbindlichkeiten über SST-Bilanzpositionsklassen aus Abschnitt 2.2.1 wird der Mindestbetrag MVM_t dem Wert L_t^{ins} der Versicherungsposition "Versicherungsverpflichtungen im engeren Sinn" (gemäss Tabelle aus Abschnitt 2.2.1) zugewiesen. Damit entspricht $L_t^{ins} - MVM_t$ dem bestmöglichen Schätzwert der Versicherungsverpflichtungen im engeren Sinn. Die Werte A_t^{ins}, A_t^{reins} und L_t^{reins} der restlichen Versicherungspositionen werden direkt als bestmögliche Schätzwerte bestimmt. Insbesondere wird der Mindestbetrag netto von passiven Rückversicherungsverträgen berechnet.

Der bestmögliche Schätzwert BE_t^{ins} *aller* Versicherungspositionen ist (unter der Vorzeichenkonvention: positives Vorzeichen für Verbindlichkeiten) ausgedrückt durch die Werte von SST-Bilanzpositionsklassen gegeben durch:

$$BE_t^{ins} = -\left(A_t^{ins} + A_t^{reins} - \left(L_t^{ins} - MVM_t\right) - L_t^{reins}\right) = \left(L_t^{ins} - MVM_t\right) + L_t^{reins} - A_t^{ins} - A_t^{reins}$$

Das risikotragende Kapital RTK_t lässt sich damit über SST-Bilanzpositionsklassen schreiben als:

$$RTK_t = A_t^{inv} + A_t^{oth} - BE_t^{ins} - MVM_t - L_t^{oth} - Div_t - Ded_t^{oth}$$

Die Granularität des Ausweises der bestmöglichen Schätzwerte der einzelnen Versicherungspositionen in der SST-Bilanz wird in Art. 5 AVO-FINMA und über Art. 24 Abs. 1 AVO-FINMA geregelt.

2.3 Jährliche und stetige Zinsen

Im SST-Standardmodell gibt es pro Währung zwei äquivalente Darstellungen für die risikolosen Zinsen nach Art. 31 AVO. Die beiden Darstellungen entsprechen jährlicher, bzw. stetiger Verzinsung. An gewissen Stellen im Standardmodell wird die eine und an anderen die andere Darstellung verwendet. Die Zinsen für die beiden Darstellungen sind für ganzzahlige Restlaufzeiten äquivalent: Wenn wir den Zins zum Zeitpunkt t mit Fälligkeit zum Zeitpunkt $s \geq t$ für jährliche Verzinsung mit $R_{t,s}^{CUR}$ (siehe Abschnitt 2.4.1) und für stetige Verzinsung mit $R_{t,s}^{CUR,cont}$ bezeichnen, so ist $\log\left(1 + R_{t,s}^{CUR}\right) = R_{t,s}^{CUR,cont}$ für ganzzahlige s, t.

2.4 Bestmöglicher Schätzwert für die Nichtlebensversicherung

2.4.1 Zinsen, Wechselkurse und Vereinfachung

Wir verwenden im vorliegenden Dokument im Kontext der Nichtlebensversicherung die folgenden Bezeichnungen für die risikolosen Zinsen und Wechselkurse:

- $R_{t,s}^{CUR}$ = risikoloser Zinssatz (Art. 31 AVO) in der Währung CUR zum Zeitpunkt t mit Fälligkeit zum Zeitpunkt $s \geq t$ (jährliche Verzinsung, Abschnitt 2.3). Für die SST-Währung bezeichnen wir den Zinssatz mit $R_{t,s}$ und für $t = 0$ mit $r_{0,s}^{CUR}$ bzw. mit $r_{0,s}$.

- FX_t^{CUR} = Devisenkurs (Wechselkurs) zum Zeitpunkt t von der Währung CUR in die SST-Währung. D.h. FX_t^{CUR} ist der Wert einer Einheit der Währung CUR in SST-Währung.

Im Kontext der Standardmodelle für Nichtlebensversicherung (Schaden, Kranken, StandRe, Captive) treffen wir die folgende Vereinfachung für die Zinsen und Wechselkurse für Zeitpunkte $s \geq t \geq 0$:

$$E\left[\left(1 + r_{0,t}\right)^{-t} \cdot FX_t^{CUR} \cdot \left(1 + R_{t,s}^{CUR}\right)^{t-s}\right] = FX_0^{CUR} \cdot \left(1 + r_{0,s}^{CUR}\right)^{-s}$$

Diese Vereinfachung ergibt sich wie folgt. Wir bezeichnen Forwardzinsen und -kurse mit:

- $r_{t,s}^{CUR,0}$ = Forwardzinssatz zum Zeitpunkt 0 für eine risikolose Investition in Währung CUR zum Zeitpunkt $t \geq 0$ mit Fälligkeit zum Zeitpunkt $s \geq t$.

- $FX_t^{CUR,0}$ = Forwardkurs zum Zeitpunkt 0 für einen Umtausch zum Zeitpunkt $t \geq 0$ von der Währung CUR in die SST-Währung.

Die entscheidende vereinfachende Annahme ist, dass der Erwartungswert $E\left[FX_t^{CUR} \cdot \left(1 + R_{t,s}^{CUR}\right)^{t-s}\right]$ durch die entsprechenden Forwardsätze zum Zeitpunkt 0 gegeben ist:

$$E\left[FX_t^{CUR} \cdot \left(1 + R_{t,s}^{CUR}\right)^{t-s}\right] = FX_t^{CUR,0} \cdot \left(1 + r_{t,s}^{CUR,0}\right)^{t-s}$$

Daraus ergibt sich die obige Vereinfachung durch Einsetzen der folgenden Ausdrücke für $FX_t^{CUR,0}$ und $r_{t,s}^{CUR,0}$, die sich durch No-Arbitrage-Bedingungen an die Forwardpreise ergeben. Die Bedingung für die Forwardzinsen $r_{t,s}^{CUR,0}$ ergibt sich für eine risikolose Investition in Währung CUR vom Zeitpunkt 0 über den Zeitpunkt $t \geq 0$ zum Zeitpunkt $s \geq t$ als:

$$\left(1 + r_{0,s}^{CUR}\right)^s = \left(1 + r_{0,t}^{CUR}\right)^t \cdot \left(1 + r_{t,s}^{CUR,0}\right)^{s-t}$$

Die Bedingung für die Forwardwechselkurse $FX_t^{CUR,0}$ ergibt sich für eine risikolose Investition in Währung CUR zum Zeitpunkt 0 mit Payoff in SST-Währung zum Zeitpunkt $t \geq 0$ als:

$$FX_0^{CUR} \cdot \left(1 + r_{0,t}\right)^t = \left(1 + r_{0,t}^{CUR}\right)^t \cdot FX_t^{CUR,0}$$

2.4.2 Cashflows

Als Vorbereitung für den bestmöglichen Schätzwert für die Nichtlebensversicherung in Abschnitt 2.4.3 definieren wir die Cashflows (Zahlungsflüsse) aus Versicherungsverträgen. Dazu bezeichnen wir:

- $CF_s^{ins,(v),POS,CUR}$ = zum Zeitpunkt s fällige ein- und ausgehende Cashflows in Originalwährung CUR (und in dieser Währung ausgedrückt[5]) aus Versicherungsverträgen für die Positionen POS (siehe unten) für alle Versicherungsverpflichtungen und -ansprüche, die sich nach Art. 3 AVO-FINMA im Umfang der SST-Bilanz zum Zeitpunkt v befinden, hier im Allgemeinen einschliesslich passiver Rückversicherung. Im Allgemeinen ist $CF_s^{ins,(v),POS,CUR}$ ein Vektor mit separaten Einträgen insbesondere für ein- und ausgehende Cashflows.

- POS = vom konkreten Anwendungsfall abhängige Menge von Versicherungspositionen, z.B. Ansprüche aus passiver Rückversicherung, oder Teile von Versicherungspositionen, z.B. entsprechend den zum Bilanzzeitpunkt angefallenen Leistungsfällen oder Versicherungszweigen (*Lines of Business*). Hintergrund: Art. 30 Abs. 3 AVO und Art. 5 AVO-FINMA.

- Die Vorzeichenkonvention für die ein- und ausgehenden Cashflows wird für den spezifischen Anwendungsfall festgelegt.

- Der obige Term bezeichnet die Cashflows ohne Berücksichtigung von Ausfall.

- **Annahme**: Zu einem Bilanzzeitpunkt t sind die Cashflows $CF_t^{ins,(v),POS,CUR}$ bereits erfolgt.

Gemäss Art. 29 AVO muss für eingehende Cashflows das Ausfallrisiko berücksichtigt und darf für ausgehende Cashflows das eigene Ausfallrisiko nicht berücksichtigt werden. Zur Berücksichtigung von Ausfall verwenden wir zur Vereinfachung Zufallsvariablen $\Lambda_s^{ins,(v),POS,CUR} \geq 0$ als multiplikative Faktoren. Wir erhalten dann:

[5] Die Standardmodelle decken nur gewisse Währungen ab.

- $\Lambda_s^{ins,(v),POS,CUR} \cdot CF_s^{ins,(v),POS,CUR}$ = zum Zeitpunkt s erfolgende ein- und ausgehende Cashflows; Bezeichnungen analog wie $CF_s^{ins,(v),POS,CUR}$, aber mit Berücksichtigung von Ausfall für eingehende und ohne Berücksichtigung des eigenen Ausfalls für ausgehende Cashflows.

- $\Lambda_s^{ins,(v),POS,CUR}$ und $CF_s^{ins,(v),POS,CUR}$ sind im Allgemeinen Vektoren mit separaten Einträgen insbesondere für ein- und ausgehende Cashflows. Die Multiplikation "·" bezeichnet in diesem Fall das Skalarprodukt der beiden Vektoren, ohne dass dies durch die Notation explizit gemacht wird.

2.4.3 Bestmöglicher Schätzwert

Die folgende Formel für den bestmöglichen Schätzwert für die Nichtlebensversicherung im Standardmodell ist insbesondere für die Standardmodelle Schaden, Kranken, StandRe und Captive relevant. Zur Herleitung der Formel treffen wir ausgehend von der Spezifikation des bestmöglichen Schätzwerts nach Art. 30 Abs. 3 AVO für die Nichtlebensversicherung im Standardmodell die folgenden Annahmen bzw. Vereinfachungen:

(1) Verwendung des in den Erläuterungen zu Art. 30 Abs. 3 AVO ausgeführten Spezialfalls, bei dem "risikolos diskontiert" durch "mit einer risikolosen Zinskurve diskontiert" ersetzt wird. Gemäss diesen Erläuterungen ergibt sich dann ein *real-world*-Erwartungswert,[6] und der Spezialfall beruht insbesondere auf der Vereinfachung, dass "die Versicherungscashflows unabhängig von den Finanzmärkten sind".

(2) Die drei Grössen Versicherungscashflows ohne Ausfallrisiko, Ausfallrisiko und relevantes Marktrisiko (Zinsen und Wechselkurse) sind unabhängig.[7]

(3) Der bestmögliche Schätzwert von eingehenden Cashflows aus Versicherungsverträgen (speziell aus passiver Rückversicherung) ist der risikolos diskontierte *real-world*-Erwartungswert der Cashflows mit Berücksichtigung von Ausfall.

Unter diesen Annahmen ergibt sich der bestmögliche Schätzwert BE_0^{ins} aller Versicherungspositionen (Abschnitt 2.2.2) als:

$$BE_0^{ins} = -\sum_{CUR} FX_0^{CUR} \cdot \sum_{s>0} \left(1 + r_{0,s}^{CUR}\right)^{-s} \cdot E\left[\Lambda_s^{ins,(0),ALL,CUR}\right] \cdot E\left[CF_s^{ins,(0),ALL,CUR}\right]$$

mit:

- $POS = ALL$ = alle Versicherungspositionen,

[6] Vereinfacht gesprochen handelt es sich dabei um den Erwartungswert unter dem Mass, mit dem die künftigen stochastischen Entwicklungen modelliert werden, und nicht um ein davon abweichendes Bewertungsmass, wie es z.B. in der sogenannten risikoneutralen Bewertung zum Einsatz kommt. Für weitergehende Erläuterungen verweisen wir auf die Erläuterungen zu Art. 30 Abs. 3 AVO.

[7] Diese Annahmen unterschätzen im Allgemeinen das Risiko.

- Vorzeichenkonvention: eingehende Cashflows haben ein positives Vorzeichen (d.h. sind nicht-negativ), ausgehende ein negatives. Verbindlichkeiten haben ein positives Vorzeichen.

- Die Multiplikation der Erwartungswerte ist im Allgemeinen ein Skalarprodukt (vergl. Abschnitt 2.4.2).

Der in der SST-Bilanz als Verbindlichkeit bilanzierte bestmögliche Schätzwert BEL_0 der Versicherungsverpflichtungen ergibt sich analog durch Festlegung der (Teil-)Positionen POS gemäss Art. 5 AVO-FINMA als:

$$BEL_0 = -\sum_{CUR} FX_0^{CUR} \cdot \sum_{s>0} \left(1 + r_{0,s}^{CUR}\right)^{-s} \cdot E\left[\Lambda_s^{ins,(0),POS,CUR}\right] \cdot E\left[CF_s^{ins,(0),POS,CUR}\right]$$

Insbesondere muss BEL_0 ohne Berücksichtigung der in der SST-Bilanz enthaltenen passiven Rückversicherung und Retrozession ermittelt und ausgewiesen werden; der bestmögliche Schätzwert für die passive Rückversicherung und Retrozession muss separat ausgewiesen werden (Art. 5 Abs. 2 AVO-FINMA). Weitere Vorgaben (Art. 5 Abs. 3 AVO-FINMA) betreffen die Schadenversicherung (Schaden, Rück, Captive) und die kollektive Krankentaggeldversicherung.

Wir führen nun eine allgemeinere Schreibweise ein. Diese wird insbesondere auch für die Berechnung des Zielkapitals über die Einjahresänderung des risikotragenden Kapitals (Abschnitt 3) verwendet. Dabei wird eine Best Estimate-Funktion BE_t für einen Zeitpunkt t auf die zu einem Zeitpunkt u ausstehenden Cashflows $\left(CF_s^{ins,(v),POS}\right)_{s>u}$ angewendet:

$$\begin{aligned} BE_t\left(\left(CF_s^{ins,(v),POS}\right)_{s>u}\right) \\ = \sum_{CUR} FX_t^{CUR} \cdot \sum_{s>u} \left(1 + R_{t,s}^{CUR}\right)^{t-s} \cdot E\left[\Lambda_s^{ins,(v),POS,CUR} | \mathcal{F}_t\right] \cdot E\left[CF_s^{ins,(v),POS,CUR} | \mathcal{F}_t\right] \end{aligned}$$

Neben den Definitionen aus den Abschnitten 2.4.1 und 2.4.2 sind dabei:

- BE_t = Best Estimate-Funktion. Mit dieser wird der Erwartungswert von Cashflows, bedingt auf die zum Zeitpunkt t verfügbaren Informationen $\mathcal{F}_t$, in der jeweiligen Originalwährung CUR auf den Zeitpunkt t diskontiert und zum Zeitpunkt t in SST-Währung konvertiert.

- $CF_s^{ins,(v),POS}$ = Vektor von Cashflows $CF_s^{ins,(v),POS,CUR}$ (Abschnitt 2.4.2) über alle Währungen CUR. Dabei haben eingehende Cashflows ein positives und ausgehende ein negatives Vorzeichen.

- $E[\cdot|\mathcal{F}_t]$ = Erwartungswert unter dem "real-world" (physikalischen) Wahrscheinlichkeitsmass bedingt auf die zum Zeitpunkt t verfügbaren Informationen $\mathcal{F}_t$. Für $t = 0$ ist $E[\cdot|\mathcal{F}_0] = E[\cdot]$.

- Die Multiplikation der Erwartungswerte ist im Allgemeinen ein Skalarprodukt.

Die bestmöglichen Schätzwerte BE_t^{ins} und BEL_t ergeben sich in der allgemeinen Schreibweise im Spezialfall $u = t$ und $v = t$ als:

$$BE_t^{ins} = -BE_t\left(\left(CF_s^{ins,(t),ALL}\right)_{s>t}\right)$$

$$BEL_t = -BE_t\left(\left(CF_s^{ins,(t),POS}\right)_{s>t}\right)$$

3 Berechnung des Zielkapitals

3.1 Einjahresänderung des risikotragenden Kapitals

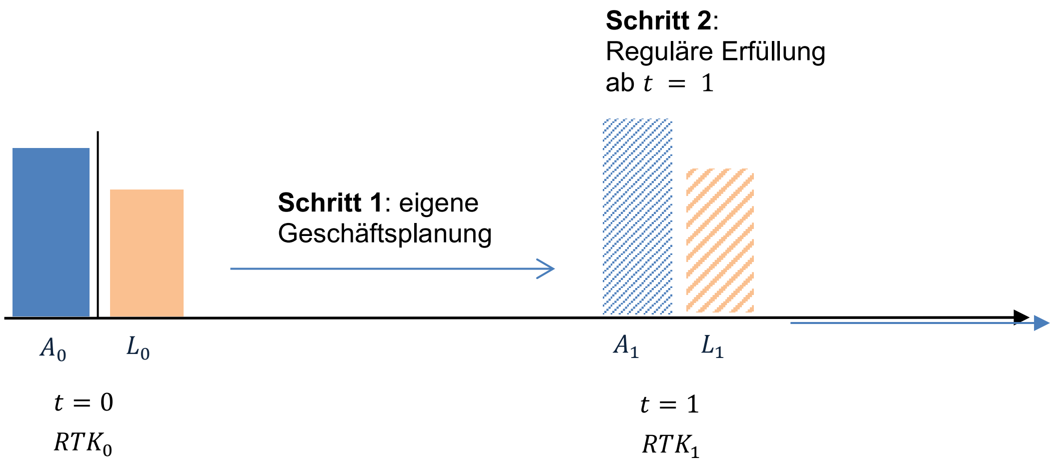
Gemäss Abschnitt 2.1.3 ergibt sich das Zielkapital $ZK_0 = -ES_\alpha[\Delta RTK_1]$ aus der Einjahresänderung ΔRTK_1 des (diskontierten) risikotragenden Kapitals

$$\Delta RTK_1 = \left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot RTK_1 - RTK_0$$

Risikomodellierung im SST bedeutet in diesem Sinn die Berechnung der Verteilung der Einjahresänderung ΔRTK_1. Für die Ermittlung von RTK_0 und RTK_1 sind die Regelungen aus Art. 2 AVO-FINMA relevant, siehe auch die Erläuterungen dazu:

- Für die Ermittlung von RTK_0 ist nach Art. 2 Abs. 1 AVO-FINMA die Bewertung der Aktiven und Verbindlichkeiten im Umfang der SST-Bilanz zum Stichtag $t = 0$ soweit möglich und sinnvoll unter der Annahme durchzuführen, dass das Versicherungsunternehmen von $t = 0$ nach $t = 1$ der eigenen Geschäftsplanung folgt. Dies kann beispielsweise das Schreiben von Neugeschäft beinhalten.

- Das risikotragende Kapital RTK_1 ergibt sich daraus, dass das Versicherungsunternehmen von $t = 0$ nach $t = 1$ der eigenen Geschäftsplanung folgt (Art. 2 Abs. 1 AVO-FINMA) und die Bewertung der resultierenden Aktiven und Verbindlichkeiten im Umfang der SST-Bilanz bei $t = 1$ unter den Vorgaben von Art. 2 Abs. 2-3 AVO-FINMA durchzuführen ist, insbesondere ohne Schreiben von Neugeschäft ab $t = 1$.



Die Einjahresänderung ΔRTK_1 lässt sich durch Einsetzen des folgenden Ausdrucks für das risikotragende Kapital RTK_t für $t \in \{0,1\}$ aus Abschnitt 2.2.2:

$$RTK_t = A_t^{inv} + A_t^{oth} - BE_t^{ins} - MVM_t - L_t^{oth} - Div_t - Ded_t^{oth}$$

durch reine Umordnung und Einfügen der unten definierten Terme $\Delta A_1^{inv,ins}$ und $\Delta A_1^{inv,oth}$ in die folgende Summe von Einjahresänderungen über Klassen von Objekten bzw. SST-Bilanzpositionen zerlegen. Diese additive Zerlegung wird anschliessend erläutert:

$$\Delta RTK_1 = \Delta RTK_1^{ins} + \Delta RTK_1^{inv} + \Delta RTK_1^{oth} + \Delta RTK_1^{MVM} + \Delta RTK_1^{ded}$$

mit den folgenden Klassen von Einjahresänderungen:

- $\Delta RTK_1^{ins} = -\left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot \left(BE_1^{ins} - \Delta A_1^{inv,ins}\right) + BE_0^{ins}$

  = Einjahresänderung aus Versicherungsverträgen (inkl. passive Rückversicherung)

- $\Delta RTK_1^{inv} = \left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot \left(A_1^{inv} - \Delta A_1^{inv,ins} - \Delta A_1^{inv,oth} + \left(1 + r_{0,1}\right) \cdot Div_0\right) - A_0^{inv}$

  = Einjahresänderung aus Anlagen

- $\Delta RTK_1^{oth} = \left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot \left(A_1^{oth} + \Delta A_1^{inv,oth} - L_1^{oth}\right) - \left(A_0^{oth} - L_0^{oth}\right)$

  = Einjahresänderung aus anderen Objekten

- $\Delta RTK_1^{MVM} = -\left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot \left(Div_1 + MVM_1\right) + MVM_0$

  = Einjahresänderung des Mindestbetrags

- $\Delta RTK_1^{ded} = -\left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot Ded_1^{oth} + Ded_0^{oth}$

  = Einjahresänderung aus den weiteren Abzügen (d.h. ohne Dividenden)

wobei:

- $\Delta A_1^{inv,ins}$ = Differenz zwischen dem Wert A_1^{inv} der Anlagen bei $t = 1$ und dem Wert der Anlagen bei $t = 1$ ohne die ein- und ausgehende Cashflows aus Versicherungsverträgen nach $t = 0$ bis und mit $t = 1$ (z.B. Prämieneinzahlungen und Leistungsauszahlungen).

- $\Delta A_1^{inv,oth}$ = Differenz zwischen dem Wert A_1^{inv} der Anlagen bei $t = 1$ und dem Wert der Anlagen bei $t = 1$ ohne die ein- und ausgehende Cashflows aus anderen Objekten nach $t = 0$ bis und mit $t = 1$ (z.B. Couponauszahlungen aus ausgegebenen Anleihen).

Die Form der obigen Zerlegung wird gewählt, um die Modellierung der Einjahresänderung ΔRTK_1^{ins} aus Versicherungsverträgen und der Einjahresänderung ΔRTK_1^{inv} aus Anlagen zu vereinfachen. Dies hat folgenden Hintergrund: Die Cashflows zwischen $t = 0$ und $t = 1$ für die Objektklassen Versicherungsverträge und Andere und die Dividendenauszahlungen Div_0 und Div_1 (Objektklasse Abzüge) erfolgen durch Ein- und Auszahlungen aus der SST-Bilanzpositionsklasse Anlagepositionen. Dabei sind alle diese Ein- und Auszahlungen mit Ausnahme der Dividendenauszahlung Div_1 im Wert A_1^{inv} der Anlagen bereits berücksichtigt. Für die Einjahresänderung ΔRTK_1^{inv} aus Anlagen wollen wir diese Ein- und Auszahlungen zur Vereinfachung der Modellierung eliminieren, indem wir den Wert der Anlagen bei $t = 1$ geeignet anpassen.

Dazu betrachten wir illustrativ den Term $\Delta A_1^{inv,ins}$ für die Cashflows aus Versicherungsverträgen zwischen $t = 0$ und $t = 1$. Diese verändern die Anlagepositionen zwischen $t = 0$ und $t = 1$, da sie zu Aus- und Einzahlungen aus den Anlagen führen. Diese Veränderungen werden aus der Einjahresänderung ΔRTK_1^{inv} aus Anlagen durch Subtraktion ($-\Delta A_1^{inv,ins}$) herausgenommen und durch Addition ($+\Delta A_1^{inv,ins}$) in die Einjahresänderung ΔRTK_1^{ins} aus Versicherungsverträgen verschoben. Die resultierende Einjahresänderung ΔRTK_1^{inv} repräsentiert dann die hypothetische Situation, in der sich die Anlagepositionen zwischen $t = 0$ und $t = 1$ nicht aufgrund von Cashflows aus Versicherungsverträgen verändern. Für $\Delta A_1^{inv,oth}$ ist das Vorgehen analog und führt zu einem analogen Ergebnis. Für die Dividendenauszahlung Div_0 erhalten wir mit der Addition von $(1 + r_{0,1}) \cdot Div_0$ in ΔRTK_1^{inv} die hypothetische Situation, in der die Dividende Div_0 nicht nach $t = 0$ aus den Anlagen ausbezahlt, sondern ab $t = 0$ ein Jahr risikolos investiert wird.

Wir erhalten insbesondere für den oben aufgeführten Ausdruck ΔRTK_1^{inv}:

- ΔRTK_1^{inv} = Einjahresänderung aus Anlagen in der hypothetischen Situation, dass die Dividende Div_0 nicht aus den Anlagen ausbezahlt, sondern ab $t = 0$ ein Jahr risikolos investiert wird, und nach $t = 0$ bis und mit $t = 1$ keine Ein- und Auszahlungen aus den Anlagen erfolgen für Versicherungsverträge, andere Objekte und Dividenden.

3.2 Vereinfachungen für die Einjahresänderung und Formel für das Zielkapital

In der Standardmodellzerlegung nach Abschnitt 3.1 werden zusätzlich die folgenden Vereinfachungen getroffen, die angewendet werden können, wenn sie nach Art. 42 AVO zulässig sind:

(1) *Dividende* Div_1: Im Expected Shortfall für das Zielkapital wird keine Dividende Div_1 bezahlt und, obwohl Div_1 im Allgemeinen stochastisch ist, wird die Einjahresänderung generell unter dieser Annahme modelliert: $Div_1 = 0$.

(2) *Mindestbetrag*: Der Mindestbetrag im Standardmodell (Abschnitt 6) ist die Summe $MVM_0 = MVM_0^{CY} + MVM_0^{FY}$ aus der Kapitalkostenrückstellung MVM_0^{CY} für die Einjahresperiode ab Stichtag und MVM_0^{FY} für die weiteren Einjahresperioden.

(3) *Weitere Abzüge*: Die weiteren Abzüge Ded_t^{oth} bei $t = 0$ und $t = 1$ sind bis auf Diskontierung gleich: $(1 + r_{0,1})^{-1} \cdot Ded_1^{oth} = Ded_0^{oth}$. Damit wird die entsprechende Einjahresänderung $\Delta RTK_1^{ded} = 0$.

Mit diesen Vereinfachungen erhalten wir für die Einjahresänderung:

$$\Delta RTK_1 = \Delta RTK_1^{ins} + \Delta RTK_1^{inv} + \Delta RTK_1^{oth} + \overline{\Delta RTK}_1^{MVM} + MVM_0^{CY}$$

Dabei ist:

- $\overline{\Delta RTK}_1^{MVM} = -\left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot MVM_1 + MVM_0^{FY}$ = Einjahresänderung der Kapitalkostenrückstellung im Mindestbetrag für die weiteren Einjahresperioden:

Für das Zielkapital $ZK_0 = -ES_\alpha[\Delta RTK_1]$ folgt aus der obigen vereinfachten Darstellung von ΔRTK_1:

$$ZK_0 = -ES_\alpha\left[\Delta RTK_1^{ins} + \Delta RTK_1^{inv} + \Delta RTK_1^{oth} + \overline{\Delta RTK}_1^{MVM}\right] - MVM_0^{CY}$$

Die Modellierung von $\overline{\Delta RTK}_1^{MVM}$ ist in Abschnitt 6 beschrieben.

3.3 Zerlegung der Einjahresänderung und Standardmodelle

In den Abschnitten 3.1 und 3.2 wird die Einjahresänderung des risikotragenden Kapitals nach Klassen zerlegt. Im Standardmodell erfolgt zusätzlich eine approximative lineare Zerlegung nach den Risikokategorien Versicherungs-, Markt- und Kreditrisiko, mit Versicherungsrisiko aufgeteilt in Lebens-, Schaden- und Krankenversicherungsrisiko. Die Einjahresänderung wird damit als Summe von Einjahresänderungen pro Klasse und Risikokategorie dargestellt (Standardmodellzerlegung der Einjahresänderung). Die Standardmodelle modellieren jeweils gewisse dieser Einjahresänderungen.

Die folgende Tabelle zeigt, welche Standardmodelle welche Kombinationen von Klassen und Risikokategorien abdecken. (Dies schliesst nicht aus, dass Standardmodelle auch für die Modellierung anderer Kombinationen eingesetzt werden können.)

Tabelle: Standardmodellzerlegung und Standardmodelle

<table>
<tr><th>Risikokategorie (Spalten)
Klasse (Zeilen)</th><th>Lebensversicherungsrisiko ("L")</th><th colspan="3">Schadenversicherungsrisiko ("NL") oder ("RE") oder ("CA")</th><th>Krankenversicherungsrisiko ("HE")</th><th>Marktrisiko ("MR")</th><th>Kreditrisiko ("CR")</th></tr>
<tr><td>Versicherungsverträge (inkl. passive Rückversicherung) ("ins")</td><td>SM Leben</td><td>SM Schaden</td><td>SM Rück (StandRe)</td><td>SM Captive</td><td>SM Kranken</td><td rowspan="2">SM Marktrisiko</td><td rowspan="2">SM Kreditrisiko</td></tr>
<tr><td>Anlagen ("inv")</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Andere ("oth")</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>MVM, andere Abzüge</td><td colspan="7">SM Aggregation und Mindestbetrag</td></tr>
</table>

Wie in der Tabelle dargestellt, gibt es jeweils ein Standardmodell für die Risikokategorien Lebensversicherungs-, Krankenversicherungs-, Markt- und Kreditrisiko. Für die Risikokategorie Schadenversicherungsrisiko wird jeweils eines der Standardmodelle Schaden, Rück und Captive angewendet. Auch andere Klassen als Versicherungsverträge können gegenüber Versicherungsrisiko exponiert sein, z.B. *Insurance-Linked Securities* als Teil der Anlagen.

Die schraffierten Flächen bedeuten, dass die Standardmodelle die entsprechenden Kombinationen teilweise abdecken. Das Standardmodell für Beteiligungen wird in der obigen Tabelle nicht aufgeführt.

In der Klasse "MVM, andere Abzüge" geht es unter anderem um die Berechnung der Einjahresänderung des Mindestbetrags, die einen Teil des Standardmodells Aggregation und Mindestbetrag darstellt (Abschnitt 6.6), nicht um die Berechnung des Mindestbetrags selbst.

3.4 Zerlegung der Einjahresänderung nach Risikokategorien

Wie in Abschnitt 3.3 aufgeführt, wird die Einjahresänderung des risikotragenden Kapitals in der Standardmodellzerlegung als Summe von Einjahresänderungen pro (Klasse und) Risikokategorie modelliert. Der Zerlegung der Einjahresänderung nach Risikokategorien liegen vereinfachende Annahmen zugrunde, auf die wir im Folgenden eingehen.

Die Zufallsvariable RTK_1 wird insbesondere aus Werten in der SST-Bilanz zu $t = 1$ berechnet. Wir schreiben RTK_1 als Funktion von Risikokategorien $i = 1, \dots, n$ dargestellt als Gruppen von Zufallsvariablen $X_{i,k}$ für $k = 1, \dots, m_i$, die teilweise Funktionen von Risikofaktoren (z.B. für Marktrisiko) und teilweise von Pseudorisikofaktoren (z.B. für Schadenversicherungsrisiko) sind:

$$RTK_1 = g\left(X_{1,1}, \dots, X_{1,m_1}, \dots, X_{n,1}, \dots, X_{n,m_n}\right)$$

Die Funktion g lässt sich im Allgemeinen nicht direkt als eine Summe von Funktionen darstellen, die jeweils nur von den Zufallsvariablen einer einzelnen Risikokategorie abhängen, da die funktionalen Abhängigkeiten des risikotragenden Kapitals RTK_1 von Zufallsvariablen $X_{i,k}$ im Allgemeinen nichtlinear sind. Im Standardmodell wird angenommen, dass sich die Einjahresänderung $\Delta RTK_1 = f\left(X_{1,1}, \dots, X_{1,m_1}, \dots, X_{n,1}, \dots, X_{n,m_n}\right)$ approximativ in eine solche Summe zerlegen lässt:

$$\Delta RTK_1 = f\left(X_{1,1}, \dots, X_{1,m_1}, \dots, X_{n,1}, \dots, X_{n,m_n}\right) \approx \sum_{i=1}^{n} f_i\left(X_{i,1}, \dots, X_{i,m_i}\right)$$

Dabei entsprechen die $f_i\left(X_{i,1}, \dots, X_{i,m_i}\right)$ für $i = 1, \dots n$ der Einjahresänderung des risikotragenden Kapitals unter den Zufallsvariablen der Risikokategorie i.

3.5 Zerlegung der Einjahresänderung aus Versicherungsverträgen nach Risikokategorien für die Nichtlebensversicherung

3.5.1 Zerlegung in zentrierte Einjahresänderung und erwartetes Versicherungsergebnis

Die Einjahresänderung ΔRTK_1^{ins} aus Versicherungsverträgen gemäss Abschnitt 3.1 ist:

$$\Delta RTK_1^{ins} = -\left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot \left(BE_1^{ins} - \Delta A_1^{inv,ins}\right) + BE_0^{ins}$$

Gemäss Vorzeichenkonvention (Abschnitt 2.4.3) haben die BE_t^{ins} für $t \in \{0,1\}$ als Verbindlichkeiten ein positives Vorzeichen (d.h. sie sind nichtnegativ). Wir betrachten nun spezifisch die Nichtlebensversicherung (Abschnitt 2.4), entsprechend der Standardmodelle Schaden, Kranken, StandRe und Captive. Nach Vorzeichenkonvention aus Abschnitt 2.4.3 haben eingehende Cashflows ein positives und ausgehende ein negatives Vorzeichen. In der allgemeinen Notation aus Abschnitt 2.4.3 lässt sich ΔRTK_1^{ins} damit schreiben als:

$$\Delta RTK_1^{ins} = \left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot \left(BE_1\left(\left(CF_s^{ins,(1),ALL}\right)_{s>1}\right) + \Delta A_1^{inv,ins}\right) - BE_0\left(\left(CF_s^{ins,(0),ALL}\right)_{s>0}\right)$$

Dabei bezeichnet $CF_s^{ins,(v),ALL}$ die Cashflows aller Versicherungspositionen $POS = ALL$, insbesondere inklusive passive Rückversicherung (Abschnitt 2.4.2). Wir leiten nun unter spezifischen Annahmen eine approximative Zerlegung der Einjahresänderung ΔRTK_1^{ins} in eine Summe aus zentrierten Einjahresänderungen $\overline{\Delta RTK}_1^{ins,RC}$ pro Risikokategorie RC und erwartetem Versicherungsergebnis $ExpRes_0^{ins}$ her:

$$\Delta RTK_1^{ins} = \sum_{RC} \overline{\Delta RTK}_1^{ins,RC} + ExpRes_0^{ins}$$

mit:

- $\overline{\Delta RTK}_1^{ins,RC}$ = zentrierte Einjahresänderung (d.h. Erwartungswert null) aus Versicherungsverträgen für die Risikokategorie RC (Versicherungs-, Markt-, Kreditrisiko)

- $ExpRes_0^{ins}$ = erwartetes Versicherungsergebnis aus Versicherungsverträgen.

Für die Herleitung der Zerlegung definieren wir als erstes die Cashflows CF_s^{ex} für zum Zeitpunkt $t = 0$ bestehendes Versicherungsgeschäft und die Cashflows CF_s^{new} für Neugeschäft in der aktuellen Einjahresperiode:

- $CF_s^{ex} = CF_s^{ins,(0),ALL}$ = Cashflows für **bestehendes Geschäft**

- CF_s^{new} = Cashflows für **Neugeschäft** in der aktuellen Einjahresperiode (Art. 3 Abs. 4 AVO-FINMA), definiert als die Versicherungsverpflichtungen und -ansprüche des Versicherungsunternehmens und die passive Rückversicherung, die nicht bei $t = 0$, aber zu einem späteren Zeitpunkt $0 < t \leq 1$ im Umfang der Bilanz sind.

- $CF_s^{ex+new} = CF_s^{ex} + CF_s^{new}$.

Wir treffen nun die Annahme:

- **Annahme**: Die Cashflows $CF_s^{ins,(v),ALL}$ aus Versicherungsverträgen erfolgen nur am Ende einer Einjahresperiode, d.h. $CF_s^{ins,(v),ALL} = 0$ für $s \notin \{\dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots\}$.

Wir zeigen, dass die Einjahresänderung ΔRTK_1^{ins} dann gegeben ist durch:

$$\Delta RTK_1^{ins} = \left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot BE_1((CF_s^{ex+new})_{s>0}) - BE_0((CF_s^{ex})_{s>0})$$

Dazu ist zu zeigen, dass:

$$BE_1\left(\left(CF_s^{ins,(1),ALL}\right)_{s>1}\right) + \Delta A_1^{inv,ins} = BE_1((CF_s^{ex+new})_{s>0})$$

Wegen der obigen Annahme sind die Cashflows CF_s^{ex+new} für $0 < s < 1$ gleich null, also bleibt zu zeigen:

$$CF_s^{ins,(1),ALL} = CF_s^{ex+new} \text{ für alle } s > 1 \text{ und } \Delta A_1^{inv,ins} = CF_1^{ex+new}$$

Die Cashflows CF_s^{ex+new} und $CF_s^{ins,(1),ALL}$ für $s > 0$ unterscheiden sich genau dadurch voneinander, dass die CF_s^{ex+new} zusätzlich potenzielle Versicherungsverpflichtungen und -ansprüche enthalten, die nicht im Umfang der SST-Bilanz bei $t = 0$ sind und im Zeitraum $0 < t \leq 1$ eingegangen und vollständig beglichen werden. Denn diese zusätzlichen potenziellen Versicherungsverpflichtungen und -ansprüche erscheinen nicht in der SST-Bilanz bei $t = 1$, weil auch die Cashflows $CF_1^{ins,(v),POS,CUR}$ nach Annahme (Abschnitt 2.4.2) zum Zeitpunkt $t = 1$ bereits erfolgt sind. Insbesondere sind die Cashflows dieser zusätzlichen potenziellen Versicherungsverpflichtungen und -ansprüche für $s > 1$ per Definition gleich null, also erhalten wir wie gewünscht:

$$CF_s^{ins,(1),ALL} = CF_s^{ex+new} \text{ für alle } s > 1$$

Weiter folgt, dass $\Delta A_1^{inv,ins}$ (Abschnitt 3.1) die Cashflows $CF_1^{ins,(1),ALL}$ und die erwähnten zusätzlichen Cashflows in CF_1^{ex+new} und keine weiteren Cashflows enthält. Somit ist $\Delta A_1^{inv,ins} = CF_1^{ex+new}$.

Der damit hergeleitete Ausdruck für die Einjahresänderung aus Versicherungsverträgen

$$\Delta RTK_1^{ins} = \left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot BE_1((CF_s^{ex+new})_{s>0}) - BE_0((CF_s^{ex})_{s>0})$$

lässt sich dann in eine zentrierte Einjahresänderung $\overline{\Delta RTK}_1^{ins}$ und das erwartete Versicherungsergebnis $ExpRes_0^{ins}$ zerlegen:

$$\Delta RTK_1^{ins} = \overline{\Delta RTK}_1^{ins} + ExpRes_0^{ins}$$

mit:

- **zentrierte Einjahresänderung aus Versicherungsverträgen:**

$$\overline{\Delta RTK}_1^{ins} = \left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot BE_1((CF_s^{ex+new})_{s>0}) - BE_0((CF_s^{ex+new})_{s>0})$$

- **erwartetes Versicherungsergebnis:**

$$ExpRes_0^{ins} = BE_0((CF_s^{new})_{s>0})$$

Dazu bleibt zu zeigen, dass $\overline{\Delta RTK}_1^{ins}$ tatsächlich zentriert ist, d.h. Erwartungswert null hat. Aufgrund der Definition der Best Estimate-Funktion $BE_t(\cdot)$ aus Abschnitt 2.4.3 zeigen wir dazu, dass für jedes $s > 0$, jede SST-Währung und jede Währung CUR gilt:

$$E\left[\left(1+r_{0,1}\right)^{-1} \cdot FX_1^{CUR} \cdot \left(1+R_{1,s}^{CUR}\right)^{1-s} \cdot E\left[\Lambda_s^{ex+new,CUR} | \mathcal{F}_1\right] \cdot E\left[CF_s^{ex+new,CUR} | \mathcal{F}_1\right]\right]$$
$$= FX_0^{CUR} \cdot \left(1+r_{0,s}^{CUR}\right)^{-s} \cdot E\left[\Lambda_s^{ex+new,CUR}\right] \cdot E\left[CF_s^{ex+new,CUR}\right]$$

Dies folgt aus der folgenden Annahme:

- **Annahme**: Die Zufallsvariablen $\left(1+r_{0,1}\right)^{-1} \cdot FX_1^{CUR} \cdot \left(1+R_{1,s}^{CUR}\right)^{1-s}$, $E\left[\Lambda_s^{ex+new,CUR} | \mathcal{F}_1\right]$ und $E\left[CF_s^{ex+new,CUR} | \mathcal{F}_1\right]$ sind unkorreliert für jedes $s > 0$, jede SST-Währung und jede Währung CUR;

zusammen mit der Vereinfachung aus Abschnitt 2.4.1 für $t = 1$:

$$E\left[\left(1+r_{0,1}\right)^{-1} \cdot FX_1^{CUR} \cdot \left(1+R_{1,s}^{CUR}\right)^{1-s}\right] = FX_0^{CUR} \cdot \left(1+r_{0,s}^{CUR}\right)^{-s}$$

und der "Tower-Property" $E\left[E[\cdot\,|\mathcal{F}_1]\right] = E[\cdot]$.

3.5.2 Zerlegung der zentrierten Einjahresänderung in Versicherungs-, Markt- und Kreditrisiko

Die zentrierte Einjahresänderung $\overline{\Delta RTK}_1^{ins}$ aus Versicherungsverträgen lässt sich gemäss Abschnitt 3.5.1 schreiben als:

$$\overline{\Delta RTK}_1^{ins} = \left(1+r_{0,1}\right)^{-1} \cdot BE_1((CF_s^{ex+new})_{s>0}) - BE_0((CF_s^{ex+new})_{s>0})$$

Dabei ist der Term $\left(1+r_{0,t}\right)^{-t} \cdot BE_t((CF_s^{ex+new})_{s>0})$ für $t \in \{0,1\}$ gemäss Abschnitt 2.4.3 gegeben als:

$$\left(1+r_{0,t}\right)^{-t} \cdot BE_t((CF_s^{ex+new})_{s>0})$$
$$= \sum_{CUR} \sum_{s>0} \left(1+r_{0,t}\right)^{-t} \cdot FX_t^{CUR} \cdot \left(1+R_{t,s}^{CUR}\right)^{t-s} \cdot E\left[\Lambda_s^{ex+new,CUR} | \mathcal{F}_t\right]$$
$$\cdot E\left[CF_s^{ex+new,CUR} | \mathcal{F}_t\right]$$

Die Einjahresänderung $\overline{\Delta RTK}_1^{ins}$ ist also exponiert gegenüber den Risikokategorien Versicherungsrisiko ("IR") in den Cashflows $CF_s^{ex+new,CUR}$, Marktrisiko ("MR") zumindest in den Zinsen $R_{1,s}^{CUR}$ und Wechselkursen FX_1^{CUR} und Kreditrisiko ("CR") zumindest in den Faktoren $\Lambda_s^{ex+new,CUR}$, zumindest für eingehende Cashflows.

Wir leiten nun eine additive Zerlegung der zentrierten Einjahresänderung $\overline{\Delta RTK}_1^{ins}$ in zentrierte Einjahresänderungen $\overline{\Delta RTK}_1^{ins,RC}$ nach diesen Risikokategorien $RC \in \{IR, MR, CR\}$ plus einem zentrierten Restterm $\overline{REM}_1^{ins}$ her. Die Idee der Zerlegung ist eine Linearisierung bezüglich der drei Risikokategorien: In jede Einjahresänderung $\overline{\Delta RTK}_1^{ins,RC}$ soll jeweils nur die Risikokategorie RC stochastisch und die anderen beiden deterministisch eingehen. Wir führen zuerst die resultierende Zerlegung auf und leiten diese anschliessend her.

Standardmodellzerlegung der zentrierten Einjahresänderung aus Versicherungsverträgen für Nichtlebensversicherung[8]

$$\overline{\Delta RTK}_1^{ins} = \overline{\Delta RTK}_1^{ins,IR} + \overline{\Delta RTK}_1^{ins,MR} + \overline{\Delta RTK}_1^{ins,CR} + \overline{REM}_1^{ins}$$

mit:

Versicherungsrisiko:

$$\overline{\Delta RTK}_1^{ins,IR} = \left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot BE_{1,0}^{ins,IR} - BE_{0,0}^{ins,IR}$$

wobei für $t \in \{0,1\}$,

$$\left(1 + r_{0,t}\right)^{-t} \cdot BE_{t,0}^{ins,IR} = \sum_{CUR} \sum_{s>0} FX_0^{CUR} \cdot \left(1 + r_{0,s}^{CUR}\right)^{-s} \cdot E\left[\Lambda_s^{ex+new,CUR}\right] \cdot E\left[CF_s^{ex+new,CUR} | \mathcal{F}_t\right]$$

Marktrisiko:

$$\overline{\Delta RTK}_1^{ins,MR} = \left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot BE_{1,0}^{ins,MR} - BE_{0,0}^{ins,MR}$$

wobei für $t \in \{0,1\}$,

$$\left(1 + r_{0,t}\right)^{-t} \cdot BE_{t,0}^{ins,MR} = \sum_{CUR} \sum_{s>0} \left(1 + r_{0,t}\right)^{-t} \cdot FX_t^{CUR} \cdot \left(1 + R_{t,s}^{CUR}\right)^{t-s} \cdot E\left[\Lambda_s^{ex+new,CUR}\right] \cdot E\left[CF_s^{ex+new,CUR}\right]$$

Kreditrisiko:

$$\overline{\Delta RTK}_1^{ins,CR} = \left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot BE_{1,0}^{ins,CR} - BE_{0,0}^{ins,CR}$$

wobei für $t \in \{0,1\}$,

$$\left(1 + r_{0,t}\right)^{-t} \cdot BE_{t,0}^{ins,CR} = \sum_{CUR} \sum_{s>0} FX_0^{CUR} \cdot \left(1 + r_{0,s}^{CUR}\right)^{-s} \cdot E\left[\Lambda_s^{ex+new,CUR} | \mathcal{F}_t\right] \cdot E\left[CF_s^{ex+new,CUR}\right]$$

Restterm: $\overline{REM}_1^{ins}$ (Summanden nicht aufgeführt)

Zur Herleitung der obigen Zerlegung betrachten wir einen beliebigen Differenzterm in der obigen Formel für $\overline{\Delta RTK}_1^{ins}$ für eine Kombination von $s > 0$ und Währung CUR. Wir schreiben diesen Differenzterm als:

$$\left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot FX_1^{CUR} \cdot \left(1 + R_{1,s}^{CUR}\right)^{-s} \cdot E\left[\Lambda_s^{ex+new,CUR} | \mathcal{F}_1\right] \cdot E\left[CF_s^{ex+new,CUR} | \mathcal{F}_1\right]$$

[8] In den Formeln ist die Multiplikation der Erwartungswerte ein Skalarprodukt, bei dem zwischen eingehenden und ausgehenden Cashflows und im Allgemeinen nach Gegenpartei unterschieden wird.

$$- FX_0^{CUR} \cdot \left(1 + r_{0,s}^{CUR}\right)^{-s} \cdot E\left[\Lambda_s^{ex+new,CUR}\right] \cdot E\left[CF_s^{ex+new,CUR}\right]$$

$$= A \cdot B \cdot C - E[A] \cdot E[B] \cdot E[C]$$

mit:

- $A = \left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot FX_1^{CUR} \cdot \left(1 + R_{1,s}^{CUR}\right)^{-s}$
- $B = E\left[\Lambda_s^{ex+new,CUR} | \mathcal{F}_1\right]$
- $C = E\left[CF_s^{ex+new,CUR} | \mathcal{F}_1\right]$

Die Erwartungswerte in der obigen Gleichung ergeben sich aus in Abschnitt 3.5.1 aufgeführten Annahmen mit analogen Argumenten wie in Abschnitt 3.5.1.

Wir verwenden dann folgende algebraische Identität, die für beliebige Zahlen A, B, C, a, b, c gilt, wobei wir spezifisch $a = E[A]$, $b = E[B]$ und $c = E[C]$ annehmen:

$$\begin{aligned} A \cdot B \cdot C - a \cdot b \cdot c = {} & (A - a) \cdot b \cdot c + a \cdot (B - b) \cdot c + a \cdot b \cdot (C - c) \\ & + (A - a) \cdot (B - b) \cdot c + (A - a) \cdot b \cdot (C - c) + a \cdot (B - b) \cdot (C - c) + (A - a) \\ & \cdot (B - b) \cdot (C - c) \end{aligned}$$

Damit ergibt sich:

- $\overline{\Delta RTK}_1^{ins,IR}$ als Term $a \cdot b \cdot (C - c)$,
- $\overline{\Delta RTK}_1^{ins,MR}$ als Term $(A - a) \cdot b \cdot c$,
- $\overline{\Delta RTK}_1^{ins,CR}$ als Term $a \cdot (B - b) \cdot c$
- der Restterm $\overline{REM}_1^{ins}$ als der nichtlineare Teil:

$$\begin{aligned} \overline{REM}_1^{ins} = {} & (A - a) \cdot (B - b) \cdot c + (A - a) \cdot b \cdot (C - c) + a \cdot (B - b) \cdot (C - c) + (A - a) \cdot (B - b) \\ & \cdot (C - c) \end{aligned}$$

3.5.3 Bemerkungen zum erwarteten Versicherungsergebnis

Gemäss Abschnitt 3.5.1 ist das erwartete Versicherungsergebnis:

$$ExpRes_0^{ins} = BE_0\left(\left(CF_s^{new}\right)_{s>0}\right)$$

Dabei bezeichnet CF_s^{new} die Cashflows des Neugeschäfts nach Art. 3 Abs. 4 AVO-FINMA, einschliesslich aller ausstehenden Leistungen, Prämien und Kosten ohne Kapitalkosten, über die gesamte Laufzeit des Neugeschäfts. Insbesondere umfasst es nicht nur die administrativen Kosten des aktuellen Jahres.

Das erwartete Versicherungsergebnis $ExpRes_0^{ins}$ wird in der Praxis manchmal separat von der Risikomodellierung ermittelt, mit der die zentrierte Einjahresänderung $\overline{\Delta RTK}_1^{ins}$ ermittelt wird, und am Schluss zur zentrierten Einjahresänderung $\overline{\Delta RTK}_1^{ins}$, bzw. zum zentrierten Expected Shortfall hinzugefügt. Bei diesem Vorgehen muss sichergestellt werden, dass die beiden Komponenten konsistent sind.

Werden Standardmodelle mehrerer Versicherungsrisikokategorien IC verwendet, z.B. Schaden und Kranken, so ergibt sich das gesamte erwartete Versicherungsergebnis $ExpRes_0^{ins}$ als Summe der erwarteten Versicherungsergebnisse $ExpRes_0^{ins,IC}$ über die relevanten Versicherungsrisikokategorien IC:

$$ExpRes_0^{ins} = \sum_{IC} ExpRes_0^{ins,IC}$$

3.5.4 Weitere Modellierung

Für die Nichtlebensversicherung haben wir in Abschnitt 3.5.2 die zentrierte Einjahresänderung $\overline{\Delta RTK}_1^{ins,IR}$ aus Versicherungsverträgen für Versicherungsrisiko hergeleitet. Diese wird vollständig in einem der Standardmodelle Schaden, Kranken, StandRe und Captive oder aufgeteilt in mehreren dieser Standardmodelle modelliert, wie in den entsprechenden technischen Beschreibungen dokumentiert. Die Aggregation der Ergebnisse mehrerer Standardmodelle für Versicherungsrisiko (einschliesslich Lebensversicherungsrisiko) und mit den anderen Risikokategorien ist Teil des Standardmodells Aggregation (Abschnitt 4).

Der Restterm $\overline{REM}_1^{ins}$ wird im Standardmodell in der Regel gegenüber den linearen Termen aus Wesentlichkeitsgründen vernachlässigt. Grob gesagt ist $\overline{REM}_1^{ins}$ dann wesentlich kleiner als die linearen Terme, wenn die Volatilität von A, B und C klein ist im Verhältnis zu deren Erwartungswerten $E[A]$, $E[B]$ und $E[C]$ oder, falls die Volatilität nicht so klein ist, wenn zusätzlich die Abhängigkeiten zwischen A, B und C klein sind. Anderenfalls, insbesondere bei Ereignissen mit tiefer Frequenz, die gleichzeitig eine grosse Auswirkung auf mehrere A , B oder C haben, ist das nicht unbedingt der Fall.

4 SST-Standardmodell Aggregation

4.1 Berechnung des Zielkapitals im Standardmodell Aggregation

4.1.1 Allgemein

Gemäss Abschnitt 3 ist das Zielkapital unter den dort beschriebenen Vereinfachungen gegeben durch:

$$ZK_0 = -ES_\alpha\left[\Delta RTK_1^{ins} + \Delta RTK_1^{inv} + \Delta RTK_1^{oth} + \overline{\Delta RTK}_1^{MVM}\right] - MVM_0^{CY}$$

mit

- $\Delta RTK_1^{ins} + \Delta RTK_1^{inv} + \Delta RTK_1^{oth}$ = Einjahresänderung des risikotragenden Kapitals ohne die Terme mit MVM_0, MVM_1 und Div_1,
- $\overline{\Delta RTK}_1^{MVM}$ = Einjahresänderung der Kapitalkostenrückstellung für die Einjahresperioden ab $t = 1$,
- MVM_0^{CY} = Kapitalkostenrückstellung für die Einjahresperiode ab Stichtag.

Im Standardmodell Aggregation wird das Zielkapital mit der folgenden Formel berechnet, deren Terme im Folgenden erklärt werden:

$$ZK_0 = -ES_\alpha\left[\sum_{RC} Z_1^{RC} + Z_1^{scen}\right] + KR_0^{Hyp} - MVM_0^{CY}$$

Kreditrisiko der Hypotheken

Im Standardmodell Aggregation (unter den obigen Vereinfachungen) wird das Kreditrisiko der Hypotheken im Zielkapital separat berücksichtigt:

$$-ES_\alpha\left[\Delta RTK_1^{ins} + \Delta RTK_1^{inv} + \Delta RTK_1^{oth} + \overline{\Delta RTK}_1^{MVM}\right] = -ES_\alpha[Z_1] + KR_0^{Hyp}$$

wobei

- KR_0^{Hyp} = Kreditrisiko der Hypotheken, gemäss SST-Standardmodell für Kreditrisiko (Art. 45 Abs. 4 AVO und technische Beschreibung Standardmodell Kreditrisiko).
- Z_1 = Einjahresänderung $\Delta RTK_1^{ins} + \Delta RTK_1^{inv} + \Delta RTK_1^{oth} + \overline{\Delta RTK}_1^{MVM}$ ohne das Kreditrisiko der Hypotheken.

Aggregation der Szenarien

Die Verteilung von Z_1 wird im Allgemeinen berechnet als die Summe Z_1^0 aus den Einjahresänderungen Z_1^{RC} pro Risikokategorie und der Auswirkung Z_1^{scen} der zu aggregierenden Szenarien:

$$Z_1 = Z_1^0 + Z_1^{scen}$$

mit:

- Z_1^0 = Summe der Einjahresänderungen Z_1^{RC} pro Risikokategorie
- Z_1^{scen} = Zufallsvariable für die Auswirkung der zu aggregierenden Szenarien.

Die Definition von Z_1^{scen} und die Standardmethode für die Aggregation der Szenarien Z_1^{scen} zu Z_1^0 sind in Abschnitt 5 beschrieben.

Aggregation der Einjahresänderungen pro Risikokategorie

Unter Berücksichtigung von Abschnitt 3.4 ergibt sich die Verteilung der Zufallsvariablen Z_1^0 durch die Aggregation der Einjahresänderungen Z_1^{RC} pro Risikokategorie:

$$Z_1^0 = \sum_{RC} Z_1^{RC} = Z_1^{Markt} + Z_1^{Kredit} + Z_1^{Leben} + Z_1^{Schaden} + Z_1^{Kranken}$$

mit

- Z_1^{RC} = Einjahresänderung für die Risikokategorie RC. Dabei steht RC für Marktrisiko, Kreditrisiko ohne Hypotheken, Leben-, Schaden-[9] oder Krankenversicherungsrisiko.
- Die Z_1^{RC} umfassen die Einjahresänderungen für die Risikokategorien RC sowohl für $\Delta RTK_1'$ als auch für $\overline{\Delta RTK}_1^{MVM}$. Die Modellierung von $\overline{\Delta RTK}_1^{MVM}$ ist in Abschnitt 6 beschrieben.

Die Abhängigkeit zwischen den Zufallsvariablen Z_1^{RC} pro Risikokategorie RC ist durch die Gausscopula mit der folgenden Korrelationsmatrix gegeben:[10]

Tabelle: Korrelationsmatrix zwischen Risikokategorien

Risikokategorie	Markt	Kredit	Leben	Schaden	Kranken
Markt	1.00	0.90	0.15	0.15	0.15
Kredit	0.90	1.00	0.15	0.15	0.15
Leben	0.15	0.15	1.00	0.25	0.25
Schaden	0.15	0.15	0.25	1.00	0.25
Kranken	0.15	0.15	0.25	0.25	1.00

[9] Schaden steht je nachdem für Schaden, Rück oder Captive.

[10] Die Korrelationsmatrix kalibriert die Gausscopula, aber deren Korrelationen entsprechen im Allgemeinen nicht den resultierenden Pearson linearen Korrelationen zwischen den Zufallsvariablen.

Diese Korrelationsmatrix spezifiziert die Abhängigkeiten für ein "typisches" Versicherungsunternehmen. Die Abschnitte 4.1.2 und 4.1.3 behandeln zwei davon abweichende Spezialfälle. Bei wesentlich abweichender Risikosituation ist eine genehmigungspflichtige Anpassung oder ein internes Modell nach Art. 46 AVO zu verwenden.

4.1.2 Spezialfall "Monoliner Kreditversicherung"

Die Abhängigkeit zwischen Schadenversicherungsrisiko und Markt- und Kreditrisiko hängt von der Art des Schadengeschäfts ab. Speziell betrifft dies Versicherungsunternehmen, die vorwiegend oder ausschliesslich Kreditversicherung oder -rückversicherung schreiben. Für diese ist das SST-Aggregationsstandardmodell mit obiger Korrelationsmatrix mit folgender Abweichung zu verwenden:

- Korrelation zwischen Markt und Schaden: 80%
- Korrelation zwischen Kredit und Schaden: 80%

4.1.3 Spezialfall internes Modell für Kreditrisiko der passiven Rückversicherung/Retrozession

Wird das Kreditrisiko der passiven Rückversicherung oder Retrozession in einem internen Modell zusammen mit dem Versicherungsrisiko eines oder mehrerer Risikokategorien, z.B. Schadenversicherungsrisiko, modelliert, so sind die oben festgelegten Korrelationen zwischen Versicherungsrisiko (einschliesslich Kreditrisiko der passiven Rückversicherung und Retrozession) und Marktrisiko, bzw. Versicherungsrisiko und dem verbleibenden Kreditrisiko typischerweise zu tief (auch wegen der hohen Abhängigkeit zwischen Kredit- und Marktrisiko).

Ergibt sich daraus eine wesentliche Abweichung, so ist eine Anpassung der Korrelationen des SST-Standardmodells Aggregation nötig und im Rahmen des internen Modells für Versicherungsrisiko inklusive Kreditrisiko der passiven Rückversicherung oder Retrozession zu beantragen.

4.2 Kalibrierung des SST-Standardmodells Aggregation

Die Korrelationsmatrix für die Gausscopula aus Abschnitt 4.1 ist das Ergebnis des folgenden Kalibrierungsprozesses.

(1) Zunächst wird ein Abhängigkeitsmodell in der Form einer sogenannten "modifizierten Gausscopula" kalibriert. Diese erlaubt, in den Abhängigkeiten zwischen einem Normalregime und gestressten Regimes zu unterscheiden. In gestressten Regimen sind Abhängigkeiten potenziell erhöht.

(2) Das SST-Standardmodell Aggregation ergibt sich, indem die Korrelationsmatrix einer gewöhnlichen Gausscopula so kalibriert wird, dass sich ein vergleichbares Zielkapital ergibt wie für die modifizierte Gausscopula aus (1).

Die modifizierte Gausscopula, deren Kalibrierung und die Kalibrierung der im SST verwendeten gewöhnlichen Gausscopula sind im Anhang in Abschnitt 7.2 beschrieben.

5 Standardmethode für die Aggregation von Szenarien

5.1 Aggregation von Szenarien zur modellierten Einjahresänderung

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf Art. 43 AVO für den Fall, dass Szenarien durch Aggregation im Zielkapital zu berücksichtigen sind. In der Darstellung von Abschnitt 4 geht es um die folgende Situation:

- Z_1 wird durch die modellierte Einjahresänderung Z_1^0 aus dem verwendeten Modell, mit kumulativer Verteilungsfunktion $F_0 \equiv F_{Z_1^0}$, nicht genügend gut abgedeckt.

- Z_1 wird genügend gut abgedeckt, wenn die Zufallsvariable Z_1^{scen} für die Auswirkung geeigneter Szenarien zu Z_1^0 aggregiert wird.

In Abschnitt 5.2 beschreiben wir die Darstellung von Z_1^{scen} und die Annahmen dazu. In Abschnitt 5.3 gehen wir kurz auf die Berechnung der Auswirkung eines Szenarios ein. In Abschnitt 5.4 leiten wir die Standardmethode für die Aggregation von Szenarien her, d.h. für die Berechnung der Verteilung der Summe:

$$Z_1 = Z_1^0 + Z_1^{scen}$$

5.2 Szenarien

Wir nehmen an, dass die Zufallsvariable Z_1^{scen} für die Auswirkung geeigneter Szenarien folgende Form hat:

(A1) Die Zufallsvariable Z_1^{scen} ist gegeben durch $Z_1^{scen} = \sum_{s=1}^{S} c_s \cdot 1_{A_s}$.

Dabei ist $c_s \in \mathbb{R}$, und 1_{A_s} bezeichnet die Indikatorfunktion der Menge A_s. Wir nehmen an:

(A2) Die Zufallsvariablen Z_1^0 und 1_{A_s} für $s = 1, \dots, S$ sind unabhängig.

Wir interpretieren Z_1^{scen} als die Auswirkung von Szenarien $s = 1, \dots, S$, wobei:

- A_s bezeichnet das Ereignis, dass das Szenario $s \in \{1, \dots, S\}$ eintritt, mit Eintrittswahrscheinlichkeit $P[A_s] = p_s \in [0,1]$ (typischerweise klein);
- $c_s \in \mathbb{R}$ bezeichnet die Szenarioauswirkung (typischerweise negativ).

Wir bezeichnen mit A_0 das Ereignis, dass kein Szenario eintritt, mit $P[A_0] = p_0$ und Auswirkung $c_0 = 0$, wobei wir voraussetzen, dass $p_0 > 0$. Wir nehmen an:

(A3) $\{A_0, A_1, \dots, A_s\}$ definieren eine disjunkte Zerlegung des Wahrscheinlichkeitsraums. Mit anderen Worten: In jedem Jahr kann höchstens ein Szenario einmal auftreten.

Die Szenarioauswirkung c_s ist vor dem Hintergrund von Art. 43 Abs. 1 AVO so definiert, dass sie eine negative Zahl ist, wenn das Eintreten des Szenarios zu einer Verschlechterung der Situation, d.h. zu einer Verringerung des risikotragenden Kapitals führt. Annahme (A2) entspricht der Annahme, dass Z_1^0 keine Auswirkung darauf hat, wie oft welches Szenario eintritt. Annahme (A3) impliziert insbesondere, dass $p_0 = 1 - \sum_{s=1}^{S} p_s$.

5.3 Berechnung der Szenarioauswirkung

Nach Art. 43 Abs. 5 AVO sind die Auswirkungen der Szenarien auf das risikotragende Kapital am Ende $t = 1$ der Einjahresperiode ab Stichtag zu ermitteln. Weitere Ausführungen zu den Szenarien im SST nach Art. 43 AVO befinden sich in der technischen Beschreibung Szenarien.

5.4 Aggregation der Szenarien

Für die kumulative Verteilungsfunktion $F \equiv F_{Z_1}$ der Einjahresänderung $Z_1 = Z_1^0 + Z_1^{scen}$ erhalten wir mit (A1) und (A3) und dem Satz der totalen Wahrscheinlichkeit:

$$F(z) = P[Z_1^0 + Z_1^{scen} \leq z] = \sum_{s=0}^{S} P[Z_1^0 + Z_1^{scen} \leq z \,|A_s] \cdot P[A_s] = \sum_{s=0}^{S} P[Z_1^0 \leq z - c_s \,|A_s] \cdot p_s$$

Wegen Annahme (A2) ist $P[Z_0 \leq z - c_s \,|A_s] = P[Z_0 \leq z - c_s]$, also folgt, mit der kumulativen Verteilungsfunktion $F_0 \equiv F_{Z_1^0}$ von Z_1^0:

$$F(z) = \sum_{s=0}^{S} F_0(z - c_s) \cdot p_s$$

Zur konkreten Aggregation der Szenarien ergeben sich folgende Möglichkeiten:

(a) *Verteilungsbasiert*: Verwendung obiger Formel zur Bestimmung der Verteilung $F(z)$ von Z_1.

(b) *Simulationsbasiert*: Simulation von $Z_1 = Z_1^0 + Z_1^{scen}$ unter Verwendung der Annahmen (A1), (A2) und (A3). Im SST-Tool ist diese Variante implementiert.

6 SST-Standardmodell für den Mindestbetrag (MVM)

6.1 Vereinfachte Berechnung des Mindestbetrags

Der Mindestbetrag ist ein Teil des Werts der Versicherungsverpflichtungen in der SST-Bilanz und in Art. 30 Abs. 4 AVO definiert. Relevant für den SST sind:

(1) der Mindestbetrag MVM_0 zum Zeitpunkt $t = 0$ und

(2) der Mindestbetrag MVM_1 zum Zeitpunkt $t = 1$.

Für die Berechnung des Mindestbetrags MVM_0 bei $t = 0$ im Standardmodell wird der Umfang der SST-Bilanz bei $t = 0$ als Vereinfachung gleich dem Umfang der SST-Bilanz bei $t = 1$ gesetzt, insbesondere einschliesslich Neugeschäft. Dies hat folgenden Hintergrund: Für den Mindestbetrag als Position in der SST-Bilanz ist der Umfang der SST-Bilanz nach Art. 3 AVO-FINMA relevant, und dieser ist im Allgemeinen nicht gleich für $t = 0$ und $t = 1$ und damit für MVM_0 und MVM_1. Insbesondere, weil der Umfang der SST-Bilanz bei $t = 1$ auch Neugeschäft zwischen $t = 0$ und $t = 1$ umfasst. Unter der obigen Vereinfachung haben MVM_0 und MVM_1 denselben Umfang. Insbesondere wird die Auswirkung des Neugeschäfts auf den Mindestbetrag damit als Vereinfachung im risikotragenden Kapital anstatt im Zielkapital berücksichtigt. Ohne die Vereinfachung würde die Berechnung komplizierter; insbesondere müssten die gesamthaft berechneten Kapitalkosten für jede Einjahresperiode ab Stichtag vereinfacht gesagt in einen Teil für bestehendes und einen Teil für Neugeschäft zerlegt werden (Kapitalallokation).

Die Ermittlung von MVM_0 und MVM_1 erfolgt unter den jeweiligen zugrundeliegenden Annahmen von Art. 2 AVO-FINMA. Weil sich diese zwischen der aktuellen Einjahresperiode von $t = 0$ nach $t = 1$ ($Current\ Year$ CY) und den Einjahresperioden nach $t = 1$ ($Future\ Years$ FY) unterscheiden, schreiben wir den Mindestbetrag MVM_0 als die Summe:

$$MVM_0 = MVM_0^{CY} + MVM_0^{FY}$$

mit:

- MVM_0^{CY} = Kapitalkostenrückstellung bei $t = 0$ für die Kapitalkosten für die Einjahresperiode ab Stichtag, d.h. von $t = 0$ bis $t = 1$;

- MVM_0^{FY} = Kapitalkostenrückstellung bei $t = 0$ für die Kapitalkosten nach dem Ende $t = 1$ der Einjahresperiode ab Stichtag.

Gemäss den Erläuterungen zu Art. 30 Abs. 4 AVO ergibt sich der "Mindestbetrag […] aus grundsätzlich stochastischen künftigen Zielkapitalbeträgen und dazu passenden Kapitalkostenraten". Unter der Vereinfachung nach den Erläuterungen zu Art. 30 Abs. 4 AVO ist die Kapitalkostenrückstellung MVM_0^{FY} diesem allgemeinen Fall gegenüber vereinfacht gegeben durch:

$$MVM_0^{FY} = \sum_{k \geq 1} \frac{\eta_{CoC} \cdot ZK_k^{(0,k)}}{(1 + r_{0,k+1})^{k+1}}$$

Dabei ist:

- $\eta_{CoC} = 6\% =$ Kapitalkostensatz,

- $ZK_k^{(0,k)} =$ Zielkapital für die Einjahresperiode vom Zeitpunkt k nach $k+1$ für $k \geq 1$ unter der zum Zeitpunkt $t = 0$ erwarteten Entwicklung bis zum Zeitpunkt k (damit ist $ZK_k^{(0,k)}$ deterministisch) und unter den zugrundeliegenden Annahmen von Art. 2 Abs. 2-3 AVO-FINMA,

- $r_{0,k+1} =$ risikoloser Zinssatz von 0 nach $k+1$ für die SST-Währung (Abschnitt 2.3).

Die obige Verwendung der zugrundeliegenden Annahmen von Art. 2 Abs. 2-3 AVO-FINMA für $ZK_k^{(0,k)}$ für $k \geq 1$ entspricht der folgenden Annahme: Für MVM_0 und damit für die Bewertung der Versicherungsverpflichtungen zum Stichtag $t = 0$ werden ab dem Zeitpunkt $t = 1$ dieselben zugrundliegenden Annahmen getroffen wie für die Bewertung der Versicherungsverpflichtungen bei $t = 1$ und damit für MVM_1.

Die Kapitalkostenrückstellung MVM_0^{CY} für die aktuelle Einjahresperiode wird in Abschnitt 6.4 behandelt.

Der Mindestbetrag MVM_1 bei $t = 1$ ergibt sich unter der Vereinfachung nach den Erläuterungen zu Art. 30 Abs. 4 AVO auf ähnliche Weise als:

$$MVM_1 = \sum_{k \geq 1} \frac{\eta_{CoC} \cdot ZK_k^{(1,k)}}{\left(1 + R_{1,k+1}\right)^k}$$

wobei:

- $ZK_k^{(1,k)} =$ Zielkapital für die Einjahresperiode vom Zeitpunkt k nach $k+1$ für $k \geq 1$ unter der zum Zeitpunkt $t = 1$ erwarteten Entwicklung bis zum Zeitpunkt k und unter den zugrundeliegenden Annahmen von Art. 2 Abs. 2-3 AVO-FINMA,

- $R_{1,k+1} =$ risikoloser Zinssatz vom Zeitpunkt 1 nach $k+1$ für die SST-Währung (Abschnitt 2.3).

Im Allgemeinen sind damit die $ZK_k^{(1,k)}$ und daher MVM_1 stochastisch.

Die folgenden Abschnitte beschreiben für das Standardmodell für den Mindestbetrag:

- Abschnitt 6.2: Berechnung der Kapitalkostenrückstellung MVM_0^{FY};

- Abschnitt 6.3: Komponente des Mindestbetrags für das nicht-hedgebare Marktrisiko als Teil der Kapitalkostenrückstellung MVM_0^{FY};

- Abschnitt 6.4: Berechnung der Kapitalkostenrückstellung MVM_0^{CY} für die aktuelle Einjahresperiode;

- Abschnitt 6.5: Komponente des Zielkapitals für das nicht-hedgebare Marktrisiko im Mindestbetrag. Dies wird für die Berechnung von MVM_0^{CY} (Abschnitt 6.4) und für die Einjahresänderung des Mindestbetrags (Abschnitt 6.6) verwendet;

- Abschnitt 6.6: Einjahresänderung des Mindestbetrags für die Berechnung des Zielkapitals.

6.2 Kapitalkostenrückstellung für die künftigen Einjahresperioden

Im Standardmodell wird angenommen, dass die Kapitalkostenrückstellung MVM_0^{FY} aus Abschnitt 6.1 gegeben ist durch die Summe:

$$MVM_0^{FY} = MVM_0^{FY,\text{Leben}} + MVM_0^{FY,\text{Schaden}} + MVM_0^{FY,\text{Kranken}} + MVM_0^{FY,\text{nhMarket}}$$

d.h. die Summe aus

- $MVM_0^{FY,\text{Sparte}}$ = "Sparten-Mindestbetrag" für $\text{Sparte} \in \{\text{Leben}, \text{Schaden}, \text{Kranken}\}$, wobei Schaden je nachdem für Schaden, Rück oder Captive steht;

- $MVM_0^{FY,\text{nhMarket}}$ = Komponente des Mindestbetrags für das nicht-hedgebare Marktrisiko.

Die Berechnung von $MVM_0^{FY,\text{nhMarket}}$ ist in Abschnitt 6.3 beschrieben. Hintergrund ist die zugrundeliegende Annahme auf der Basis von Art. 2 Abs. 2 Bst. b Ziff. 2 AVO-FINMA (siehe auch Erläuterungen dazu), nach der die Aktiven bei $t = 1$ unter den Vorgaben von Art. 2 Abs. 3 AVO-FINMA so gewählt werden, dass nur noch das nicht-hedgebare Marktrisiko verbleibt.

Die Sparten-Mindestbeträge $MVM_0^{FY,\text{Sparte}}$, vereinfachend mit MVM_{Sparte} (bzw. MVM_{reins}) bezeichnet, für die Sparten $\text{Sparte} \in \{\text{Leben}, \text{Schaden}, \text{Kranken}\}$, decken die folgenden Risiken ab:

- Versicherungsrisiko der Sparte,

- Kreditrisiko der Versicherungspositionen (primär passive Rückversicherung),

- Szenarien der Sparte.

Das Kreditrisiko der Anlagen wird als null angenommen. Die Berechnungen der Sparten-Mindestbeträge einschliesslich allfälliger Vereinfachungen sind in den technischen Beschreibungen der spartenspezifischen Standardmodelle erklärt, für die Sparte Schaden je nachdem für das Standardmodell Schaden, Rück oder Captive.

6.3 Komponente des Mindestbetrags für das nicht-hedgebare Marktrisiko

Als Vereinfachung wird angenommen, dass die Komponente $MVM_0^{FY,\text{nhMarket}}$ des Mindestbetrags für das nicht-hedgebare Marktrisiko durch die folgende Formel berechnet wird: (Standalone-)Marktrisiko ZK_0^{Market} aus dem Zielkapital für die Einjahresperiode von $t = 0$ nach $t = 1$ multipliziert mit einem Faktor $\text{factor}_{nhMarket}$:

$$MVM_0^{FY,\text{nhMarket}} = \text{factor}_{nhMarket} \cdot ZK_0^{Market}$$

Dabei ist $\text{factor}_{nhMarket}$ folgendermassen bestimmt:

$$\text{factor}_{nhMarket} = \begin{cases} 6\% \cdot \dfrac{\sum_{\text{Sparte}} \chi_{\text{Sparte}} \cdot \widetilde{BE}_{\text{Sparte}}}{\sum_{\text{Sparte}} \widetilde{BE}_{\text{Sparte}}}, & \text{falls } \sum\limits_{\text{Sparte}} \widetilde{BE}_{\text{Sparte}} > 0 \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

wobei:

$$\widetilde{BE}_{\text{Sparte}} = \begin{cases} BE_{\text{Sparte}} & \text{falls } BE_{\text{Sparte}} \geq 0 \\ \max\left(BE_{\text{Sparte},>15}; 0\right) & \text{falls } BE_{\text{Sparte}} < 0 \end{cases}$$

mit:

- $\text{Sparte} \in \{\text{Leben, Schaden, Kranken, Rück, Captive}\}$,
- BE_{Sparte} = auf den Zeitpunkt $t = 0$ mit der risikofreien Zinskurve diskontierter "Best Estimate" der Sparten-Versicherungsverpflichtungen,
- $BE_{\text{Sparte},>15}$ = auf den Zeitpunkt $t = 0$ mit der risikofreien Zinskurve diskontierter "Best Estimate" der Sparten-Versicherungsverpflichtungen für die Cashflows aller Jahre nach Jahr 15;

und

- $\chi_{\text{Sparte}} = 1 \quad \text{für Sparte} \in \{\text{Leben, Kranken}\}$
- $\chi_{\text{Sparte}} = 0 \quad \text{für Sparte} = \text{Captive}$[11]
- $\chi_{\text{Sparte}} = \begin{cases} 1, & \text{falls } \dfrac{BE^{(N)}_{\text{Sparte},>15}}{BE^{(N)}_{\text{Sparte}}} \geq 0.1 \text{ und } BE^{(N)}_{\text{Sparte}} > 0 \\ 1, & \text{falls } BE^{(N)}_{\text{Spartee}} \leq 0 \text{ und } BE^{(N)}_{\text{Sparte},>15} > 0 \\ 0, & \text{sonst} \end{cases} \quad \text{für Sparte} \in \{\text{Schaden, Rück}\}$

mit:

- $BE^{(N)}_{\text{Sparte}}$ = nicht-diskontierter "Best Estimate" der Sparten-Versicherungsverpflichtungen,
- $BE^{(N)}_{\text{Sparte},>15}$ = nicht-diskontierter "Best Estimate" der Sparten-Versicherungsverpflichtungen für die Cashflows aller Jahre nach Jahr 15.

[11] Wird im SST-Template ein anderer Werte eingegeben, so wird im SST-Tool mit diesem Wert gerechnet und die MVM-Komponente $MVM_0^{FY,\text{nhMarket}}$ für das nicht-hedgebare Marktrisiko dann auch für eine Captive potenziell nicht null.

Die verwendete Vorzeichenkonvention für die "Best Estimates" ist: Ein positiver Betrag entspricht einer Verpflichtung. Für die "Best Estimates" der Sparten-Versicherungsverpflichtungen und für die Berechnung von BE_{Sparte}, $BE_{\text{Sparte},>15}$, $BE_{\text{Sparte}}^{(N)}$ und $BE_{\text{Sparte},>15}^{(N)}$ verweisen wir auf die technischen Beschreibungen der entsprechenden spartenspezifischen Standardmodelle.

Aufgrund der Langfristigkeit der Cashflows in den Sparten Leben und Kranken kann grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass sie nicht-hedgebares Marktrisiko verursachen. Dieses wird allerdings als vernachlässigbar angenommen, wenn sowohl der Best Estimate in der Bilanz als auch der Best Estimate als Barwert der Cashflows nach 15 Jahren negativ sind. Für die Sparte Captive wird zur Vereinfachung und wegen der typischerweise kürzerfristigen Cashflows $\chi_{Captive} = 0$ gesetzt; somit ist für Captives im Standardmodell das nicht-hedgebare Marktrisiko null.

Der Formel zur Herleitung von χ_{Sparte} für die Sparten Schaden und Rück liegt die Annahme zugrunde, dass Staatsanleihen bis zu einer Maturität von 15 Jahren verlässliche Marktwerte haben und daher in Schaden und Rück erst längerfristige Cashflows materiell zum nicht-hedgebaren Marktrisiko beitragen.

Die 6 % in der Formel für $\text{factor}_{\text{nhMarket}}$ entsprechen nicht dem Kapitalkostensatz η_{CoC}, sondern ergab sich aus einem Industrievergleich aus dem SST zwischen dem Marktrisiko und der MVM-Komponente für das nicht-hedgebare Marktrisiko.

Für die Komponente des Mindestbetrags für das nicht-hedgebare Marktrisiko wird konsistent zur Kalibrierung von $\text{factor}_{\text{nhMarket}}$ das Marktrisiko ohne Berücksichtigung der Einjahresänderung des Mindestbetrags (definierte Anpassung innerhalb des Standardmodells aus Abschnitt 6.6) verwendet.

Bei Beteiligungen an Versicherungsunternehmen, z.B. von einer Mutter an Töchtern, die mit dem Standardmodell Beteiligungen modelliert werden, wird dasjenige Marktrisiko der Mutter verwendet, bei dem das Risiko der Töchter für jede Risikokategorie jeweils unter dem Risiko der Mutter für dieselbe Risikokategorie ausgewiesen wird, also z.B. Lebensversicherungsrisiko der Töchter unter dem Lebensversicherungsrisiko der Mutter (siehe technische Beschreibung Standardmodell Beteiligungen, Abschnitt 3).

6.4 Kapitalkostenrückstellung für die aktuelle Einjahresperiode

Die Ermittlung der Kapitalkostenrückstellung MVM_0^{CY} im Mindestbetrag für die aktuelle Einjahresperiode aus Abschnitt 6.1 unterscheidet sich von der Ermittlung der Kapitalkostenrückstellung MVM_0^{FY} für die Kapitalkosten nach dem Ende $t = 1$ der Einjahresperiode ab Stichtag dadurch, dass für MVM_0^{CY} die zugrundeliegenden Annahmen von Art. 2 Abs. 1 AVO-FINMA zum Tragen kommen, für MVM_0^{FY} dagegen die Annahmen von Art. 2 Abs 2-3 AVO-FINMA. Insbesondere wird während der Einjahresperiode für MVM_0^{CY} im Allgemeinen Neugeschäft geschrieben, und das risikotragende Kapital zu Beginn der Einjahresperiode ist nicht unbedingt gleich dem Zielkapital.

Die Grundlage für die Berechnung von MVM_0^{CY} im Standardmodell ist: Unter geeigneten Annahmen an das Asset-Liability Management (ALM) des Versicherungsunternehmens kann MVM_0^{CY} approximiert werden durch die diskontierten Kapitalkosten:

$$MVM_0^{CY} = \left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot \eta_{CoC} \cdot ZK_0^{(0,0)}$$

für ein Zielkapital $ZK_0^{(0,0)}$, das unter folgenden zugrundeliegenden Annahmen berechnet wird:

- Das Marktrisiko ist auf das nicht-hedgebare Marktrisiko beschränkt, ohne Berücksichtigung von allfälligem über das Zielkapital hinausgehenden Kapital. (Dies entspricht der Annahme, die auch für die $ZK_k^{(0,k)}$ für $k \geq 1$ getroffen wird.)

- Es gibt (wie für das Zielkapital ZK_0) im Allgemeinen Neugeschäft nach $t = 0$ bis und mit $t = 1$.

Wir bemerken nebenbei, dass sich damit für den Mindestbetrag MVM_0 in der SST-Bilanz zum Stichtag $t = 0$ zusammen mit der Formel für MVM_0^{FY} aus Abschnitt 6.1 folgender Ausdruck ergibt:

$$MVM_0 = \sum_{k \geq 0} \frac{\eta_{CoC} \cdot ZK_k^{(0,k)}}{\left(1 + r_{0,k+1}\right)^{k+1}}$$

Die Berechnung des Zielkapitals $ZK_0^{(0,0)}$ erfolgt (analog zu MVM_0^{FY} gemäss Abschnitt 6.2) als Summe über die Komponenten des Zielkapitals pro Risikokategorie, bzw. pro Sparte, wobei eine Sparte mehrere Risikokategorien umfassen kann:

$$ZK_0^{(0,0)} = \sum_{RC} ZK_0^{(0,0)RC} = ZK_0^{(0,0)\text{Leben}} + ZK_0^{(0,0)\text{Schaden}} + ZK_0^{(0,0)\text{Kranken}} + ZK_0^{(0,0)\text{nhMarket}}$$

mit:

- $ZK_0^{(0,0)\text{Sparte}}$ = Komponente des Zielkapitals für die $\text{Sparte} = \text{Leben}, \text{Schaden}, \text{Kranken}$, wobei Schaden auch Rück und Captive einschliesst.

- $ZK_0^{(0,0)\text{nhMarket}}$ = Komponente des Zielkapitals für das nicht-hedgebare Marktrisiko.

Somit wird MVM_0^{CY} berechnet als:

$$MVM_0^{CY} = \left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot \eta_{CoC} \cdot \left(ZK_0^{(0,0)\text{Leben}} + ZK_0^{(0,0)\text{Schaden}} + ZK_0^{(0,0)\text{Kranken}} + ZK_0^{(0,0)\text{nhMarket}}\right)$$

Die Berechnung der Summanden erfolgt aufgrund der obigen zugrundliegenden Annahmen wie folgt:

- $ZK_0^{(0,0)\text{Sparte}}$ für $\text{Sparte} = \text{Leben}, \text{Schaden}, \text{Kranken}$ umfasst die in Abschnitt 6.2 für $MVM_0^{FY,\text{Sparte}}$ aufgeführten Risiken, aber für die Einjahresperiode von $t = 0$ nach $t = 1$ wie für die Berechnung des Zielkapitals ZK_0, insbesondere einschliesslich dem erwarteten Versicherungsergebnis aus Neugeschäft. Die in Abschnitt 6.2 aufgeführten Risiken werden innerhalb einer Sparte komonoton aggregiert, analog zu $MVM_0^{FY,\text{Sparte}}$.

- $ZK_0^{(0,0)\text{nhMarket}}$ wird mit der in Abschnitt 6.5 beschriebene Methode geschätzt. Für Captive kommt dies nicht zur Anwendung, da für diese die Komponente des nicht-hedgebaren Marktrisikos im Mindestbetrag per Default null ist (Abschnitt 6.3).[12]

6.5 Komponente des Zielkapitals für das nicht-hedgebare Marktrisiko

Für die Kapitalkostenrückstellung MVM_0^{CY} für die aktuelle Einjahresperiode im Mindestbetrag gemäss Abschnitt 6.4 brauchen wir die Komponente $ZK_0^{(0,0)\text{nhMarket}}$ des Zielkapitals für das nicht-hedgebare Marktrisiko. Für die Methode aus Abschnitt 6.6 brauchen wir zudem die entsprechenden Komponenten $ZK_k^{(0,k)\text{nhMarket}}$ für $k \geq 1$.

Beide stehen nicht bereits aus der Berechnung der Komponente $MVM_0^{FY,\text{nhMarket}}$ des Mindestbetrags für das nicht-hedgebare Marktrisiko aus Abschnitt 6.3 zur Verfügung, sondern nur $MVM_0^{FY,\text{nhMarket}}$ als Ganzes. Wir suchen daher die $ZK_k^{(0,k)\text{nhMarket}}$, so dass analog zu Abschnitt 6.1:

$$MVM_0^{FY,\text{nhMarket}} = \sum_{k\geq 1} \frac{\eta_{CoC} \cdot ZK_k^{(0,k)\text{nhMarket}}}{\left(1 + r_{0,k+1}\right)^{k+1}}$$

Zur vereinfachten Schätzung von $ZK_0^{(0,0)\text{nhMarket}}$ und $ZK_k^{(0,k)\text{nhMarket}}$ für $k \geq 1$ verwenden wir einen Ansatz mit "Run-off-Faktoren" $\delta_k^{\text{nhMarket}}$, d.h. wir setzen für $k \geq 1$:

$$ZK_k^{(0,k)\text{nhMarket}} = ZK_0^{(0,0)\text{nhMarket}} \cdot \delta_k^{\text{nhMarket}}$$

Eingesetzt in obigen Ausdruck für $MVM_0^{FY,\text{nhMarket}}$ erhalten wir:

$$MVM_0^{FY,\text{nhMarket}} = ZK_0^{(0,0)\text{nhMarket}} \cdot \sum_{k\geq 1} \frac{\eta_{CoC} \cdot \delta_k^{\text{nhMarket}}}{\left(1 + r_{0,k+1}\right)^{k+1}}$$

Aufgelöst nach $ZK_0^{(0,0)\text{nhMarket}}$ erhalten wir eine Formel für $ZK_0^{(0,0)\text{nhMarket}}$:

$$ZK_0^{(0,0)\text{nhMarket}} = MVM_0^{FY,\text{nhMarket}} \cdot \left(\sum_{k\geq 1} \frac{\eta_{CoC} \cdot \delta_k^{\text{nhMarket}}}{\left(1 + r_{0,k+1}\right)^{k+1}}\right)^{-1}$$

und natürlich wie oben für $k \geq 1$:

$$ZK_k^{(0,k)\text{nhMarket}} = ZK_0^{(0,0)\text{nhMarket}} \cdot \delta_k^{\text{nhMarket}}$$

Wir benötigen nun noch eine Schätzung der Run-off-Faktoren $\delta_k^{\text{nhMarket}}$. Zur Vereinfachung wählen wir dazu bereits verfügbare Grössen $a_k^{\text{nhMarket,Sparte}} \geq 0$ für $k = 0,1,2$ ... pro Sparte aus dem Versicherungsrisiko, die unten spezifiziert werden, und setzen für $k \geq 1$:

[12] Im Gegensatz zu Abschnitt 6.3 ist $ZK_0^{(0,0)\text{nhMarket}}$ auch im SST-Tool immer gleich null, wenn im SST-Template als Sparte "Captive" gewählt wird.

$$\delta_k^{\text{nhMarket}} = \frac{\sum_{\text{Sparte}} a_k^{\text{nhMarket,Sparte}}}{\sum_{\text{Sparte}} a_0^{\text{nhMarket,Sparte}}}$$

Pro Sparte wählen wir die folgenden Grössen $a_k^{\text{nhMarket,Sparte}}$ für $k = 0,1,2$ ..., die in der Berechnung des "Spartenmindestbetrags" verwendet werden (gemäss der technischen Beschreibung des Standardmodells der Sparte):

- Leben: Projektion des Lebensversicherungsrisikos für die künftigen Jahre
- Schaden: Rückstellungsrisiko der sich in der Abwicklung befindenden Rückstellungen ("PY-Schäden")[13]
- Kranken: Projektion des Versicherungsrisikos der Langzeitverpflichtungen (LZV) ("Versicherungsrisiko EK (vor Szenario AS)")
- Rück: Rückstellungsrisiko der sich in der Abwicklung befindenden Rückstellungen ("Risk class PY risk")[14]
- Captive: die Methode kommt nicht zur Anwendung.

6.6 Einjahresänderung des Mindestbetrags für die Berechnung des Zielkapitals

Gemäss Abschnitt 3 ist die Einjahresänderung $\overline{\Delta RTK}_1^{MVM}$ des Mindestbetrags definiert als Einjahresänderung der Kapitalkostenrückstellung für die Kapitalkosten nach $t = 1$:

$$\overline{\Delta RTK}_1^{MVM} = -(1 + r_{0,1})^{-1} \cdot MVM_1 + MVM_0^{FY}$$

Im Standardmodell treffen wir die Annahme:

$$\overline{\Delta RTK}_1^{MVM} = 0.$$

Alternativ kann, ausser für die Anwender des Standardmodells Captive[15], als definierte Anpassung innerhalb des Standardmodells, d.h. ohne vorgängige Genehmigung durch die FINMA, folgendes Vorgehen verwendet werden.

Gemäss Abschnitt 6.1 sind die Kapitalkostenrückstellung MVM_0^{FY} im Mindestbetrag bei $t = 0$ für die Einjahresperioden ab $t = 1$ und der Mindestbetrag MVM_1 bei $t = 1$ gegeben durch

$$MVM_0^{FY} = \sum_{k \geq 1} \frac{\eta_{CoC} \cdot ZK_k^{(0,k)}}{(1 + r_{0,k+1})^{k+1}}; \qquad MVM_1 = \sum_{k \geq 1} \frac{\eta_{CoC} \cdot ZK_k^{(1,k)}}{(1 + R_{1,k+1})^k}$$

[13] Aktuell wird im SST-Tool als Vereinfachung stattdessen das "Total"-Risiko für Schaden genommen.

[14] Aktuell wird im SST-Tool als Vereinfachung stattdessen das "Total"-Risiko für Rück genommen.

[15] Im SST-Tool wird dazu vereinfachend die Sparte "Captive" genommen.

Die Einjahresänderung $\overline{\Delta RTK}_1^{MVM}$ ergibt sich also aus dem Zielkapital $ZK_k^{(0,k)}$ gegenüber $ZK_k^{(1,k)}$ sowie aus der Diskontierung mit den Zinsen $r_{0,k+1}$ gegenüber $R_{1,k+1}$. Im folgenden Vorgehen nehmen wir als Vereinfachung an:

- *Annahme 1*: $ZK_k^{(1,k)} = ZK_k^{(0,k)}$

Diese Annahme vereinfacht die Modellierung der Einjahresänderung $\overline{\Delta RTK}_1^{MVM}$ stark. Insbesondere ist $\overline{\Delta RTK}_1^{MVM}$ dann nur gegenüber Marktrisiko (Zinsen und Wechselkurse) exponiert. Es zeigt sich, dass $\overline{\Delta RTK}_1^{MVM}$ dann auf eine direkte Weise im Standardmodell Marktrisiko abgebildet werden kann, indem die Kapitalkosten $\eta_{CoC} \cdot ZK_k^{(0,k)}$ für $k \geq 1$ wie zusätzliche zum Zeitpunkt $k+1$ erfolgende ausgehende Cashflows in SST-Währung behandelt werden.

Dazu nehmen wir zur weiteren Vereinfachung an:

- *Annahme 2*: $MVM_0^{FY} = (1 + r_{0,1})^{-1} \cdot E[MVM_1]$

Damit ist die Einjahresänderung $\overline{\Delta RTK}_1^{MVM}$ zentriert, d.h. hat Erwartungswert 0 (vgl. die Verwendung der Annahmen aus Art. 2 Abs. 2-3 AVO-FINMA für $ZK_k^{(0,k)}$ für $k \geq 1$ aus Abschnitt 6.1). Zudem haben wir für den Erwartungswert $E\left[(1 + r_{0,1})^{-1} \cdot MVM_1\right]$:

$$E\left[(1 + r_{0,1})^{-1} \cdot MVM_1\right] = MVM_0^{FY} = \sum_{k \geq 1} \frac{\eta_{CoC} \cdot ZK_k^{(0,k)}}{(1 + r_{0,k+1})^{k+1}}$$

Mit Annahme 1 und dem Vorgehen im Standardmodell Marktrisiko folgt daraus, dass wir $(1 + r_{0,1})^{-1} \cdot MVM_1$ für die Einjahresänderung $\overline{\Delta RTK}_1^{MVM}$ schreiben können als:

$$(1 + r_{0,1})^{-1} \cdot MVM_1 = \sum_{k \geq 1} \frac{\eta_{CoC} \cdot ZK_k^{(0,k)}}{(1 + r_{0,k+1})^{k+1}} \cdot Z_{k+1}$$

mit:

- Z_{k+1} = Zufallsvariable mit Erwartungswert $E[Z_{k+1}] = 1$, die im Standardmodell Marktrisiko log-normalverteilt ist und zur Modellierung festverzinslicher Anlagen und Versicherungsverpflichtungen in der SST-Währung verwendet wird für Cashflows, die zum Zeitpunkt $k+1$ erfolgen.

Die Einjahresänderung $\overline{\Delta RTK}_1^{MVM}$ wird damit:

$$\overline{\Delta RTK}_1^{MVM} = -\sum_{k \geq 1} \frac{\eta_{CoC} \cdot ZK_k^{(0,k)}}{(1 + r_{0,k+1})^{k+1}} \cdot (Z_{k+1} - 1)$$

Die oben beschriebene Abbildung im Standardmodell Marktrisiko ergibt sich dann aus der Struktur dieses Standardmodells und ist in deren technischer Beschreibung dokumentiert.

Die Berechnung der Zielkapitale $ZK_k^{(0,k)}$ für $k \geq 1$ in der obigen Formel für $\overline{\Delta RTK}_1^{MVM}$ erfolgt analog zu MVM_0^{FY} gemäss Abschnitt 6.2 und $ZK_0^{(0,0)}$ gemäss Abschnitt 6.4 als die Summe:

$$ZK_k^{(0,k)} = ZK_k^{(0,k)\text{Leben}} + ZK_k^{(0,k)\text{Schaden}} + ZK_k^{(0,k)\text{Kranken}} + ZK_k^{(0,k)\text{nhMarket}}$$

mit (für $k \geq 1$):

- $ZK_k^{(0,k)\text{Sparte}}$ = zentrierte Komponente des Zielkapitals für die $\text{Sparte} = \text{Leben}, \text{Schaden}, \text{Kranken}$, wobei Schaden auch Rück einschliesst.

- $ZK_k^{(0,k)\text{nhMarket}}$ = Komponente des Zielkapitals für das nicht-hedgebare Marktrisiko.

Dabei wird $ZK_k^{(0,k)\text{Sparte}}$ für $k \geq 1$ mit der Methode berechnet, die für die Berechnung der entsprechenden Komponente $MVM_0^{FY,\text{Sparte}}$ des Mindestbetrags (Abschnitt 6.2, mit dem dort für $MVM_0^{FY,\text{Sparte}}$ aufgeführten Umfang der Risiken) verwendet wird und in der entsprechenden technischen Beschreibung beschrieben ist, für Schaden je nachdem für das Standardmodell Schaden oder Rück.

Für die Komponente $ZK_k^{(0,k)\text{nhMarket}}$ wird das Vorgehen aus Abschnitt 6.5 verwendet.

Bei Beteiligungen an Versicherungsunternehmen, z.B. von einer Mutter an Töchtern, die mit dem Standardmodell Beteiligungen modelliert werden, wird zur Vereinfachung der Implementierung die Einjahresänderung im Mindestbetrag der Töchter in der Berechnung des Zielkapitals der Mutter nicht berücksichtigt (die Einjahresänderung im Mindestbetrag der Mutter wird hingegen berücksichtigt). Soll die Einjahresänderung im Mindestbetrag der Töchter dennoch berücksichtigt werden, so kann zu deren Berechnung das Spreadsheet "MVM-Berechnungen-Template" aus dem Feldtest 2024, bzw. die entsprechende hier beschriebene Methode verwendet und die Kapitalkosten-Cashflows der Töchter in den SST-Templates der Töchter eingegeben werden.

7 Anhang

7.1 Expected Shortfall und Zielkapital

7.1.1 Definitionen und Eigenschaften

Das Zielkapital ZK_0 ist nach Art. 35 Abs. 2 AVO (Abschnitt 2.1.3):

$$ZK_0 = -ES_\alpha\left[\left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot RTK_1 - RTK_0\right]$$

Der *Expected Shortfall* ES_α nach Art. 36 AVO wird in Anhang 3 der AVO definiert. Die Eintrittswahrscheinlichkeit $\alpha \in (0{,}1)$ ist typischerweise klein und nach Art. 22 AVO gleich 1%, mit dem Schutzniveau nach Art. 9*b* Abs. 1 Bst. a VAG gegeben durch $99\% = 1 - \alpha$. Dabei ist ES_α der "untere" *Expected Shortfall*:

$$ES_\alpha[X] = \frac{1}{\alpha}\int_0^\alpha q_u(X)\, du$$

wobei das u-Quantil $q_u(X)$ für $u \in (0{,}1)$ mit dem "*real world*" Wahrscheinlichkeitsmass P gegeben ist durch:

$$q_u(X) = \inf\{x \in \mathbb{R} | P[X \leq x] \geq u\}$$

In dieser Darstellung des *Expected Shortfalls* haben Verluste in der Zufallsvariablen X ein negatives Vorzeichen (d.h. einen negativen Wert), was typischerweise den für das Zielkapital relevanten Werten der Einjahresänderung $\left(1 + r_{0,1}\right)^{-1} \cdot RTK_1 - RTK_0$ entspricht. Zudem wird der untere *Expected Shortfall* über die kleinsten Quantile (linker Schwanz der Verteilung) berechnet. Daraus folgt, dass Risiko (als Möglichkeit von Verlusten) damit i.A. durch negative Zahlen ausgedrückt wird. Das Zielkapital ist gleich dem Negativen des *Expected Shortfalls*, wodurch Risiko damit durch ein positives benötigtes Kapital ausgedrückt wird. Letzteres Vorzeichen ist für Risikomasse üblich.[16]

Für Zufallsvariablen X mit stetiger Verteilung lässt sich der *Expected Shortfall* auch als Erwartungswert von X bedingt auf die "Shortfallereignisse" von X berechnen:

$$ES_\alpha[X] = E[X | X \leq q_\alpha(X)]$$

Gewisse Standardmodelle, insbesondere für Versicherungsrisiko, verwenden den "oberen" *Expected Shortfall* $ES^\beta[\cdot]$, der für $\beta \in (0{,}1)$ definiert ist durch:

$$ES^\beta[Y] = \frac{1}{1-\beta}\int_\beta^1 q_u\,(Y) du$$

[16] Der Expected Shortfall ES_α wird in der Literatur auch mit dem gegenüber hier umgekehrten Vorzeichen definiert, das dem von Risikomassen entspricht, z.B. in C. Acerbi, D. Tasche, 2002. On the coherence of expected shortfall. Journal of Banking & Finance 26, 1487-1503.

Bei dieser Darstellung werden Verluste in der Zufallsvariablen Y oft mit einem positiven Vorzeichen dargestellt. Der obere *Expected Shortfall* wird über die grössten Quantile (rechter Schwanz der Verteilung) berechnet. Unterer und oberer *Expected Shortfall* ergeben sich über die folgende Beziehung auseinander:

$$ES_\alpha[X] = -ES^{1-\alpha}[-X]$$

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die beiden Konventionen für den *Expected Shortfall*. Dabei sind X und Y Zufallsvariablen.

	Standardkonvention im SST	**Alternative (rechter Schwanz)**
u-Quantile für $u \in (0,1)$	$q_u(X) = \inf\{x \in \mathbb{R} \mid P[X \leq x] \geq u\}$	Gleiche Definition
Expected Shortfall	$ES_\alpha[X] = \frac{1}{\alpha}\int_0^\alpha q_u(X)\,du$	$ES^{1-\alpha}[X] = \frac{1}{\alpha}\int_{1-\alpha}^1 q_u\,(X)du$
Translationsinvarianz ($a \in \mathbb{R}$)	$ES_\alpha[X+a] = ES_\alpha[X] + a$	$ES^{1-\alpha}[X+a] = ES^{1-\alpha}[X] + a$
Monotonität (für $X \leq Y$)	$ES_\alpha[X] \leq ES_\alpha[Y]$	$ES^{1-\alpha}[X] \leq ES^{1-\alpha}[Y]$
Subadditivität	$ES_\alpha[X] + ES_\alpha[Y] \leq ES_\alpha[X+Y]$	$ES^{1-\alpha}[X+Y] \leq ES^{1-\alpha}[X] + ES^{1-\alpha}[Y]$
Positive Homogenität ($a > 0$)	$ES_\alpha[a \cdot X] = a \cdot ES_\alpha[X]$	$ES^{1-\alpha}[a \cdot X] = a \cdot ES^{1-\alpha}[X]$
Ausdruck für stetige Zufallsvariablen	$ES_\alpha[X] = E[X \mid X \leq q_\alpha(X)]$	$ES^{1-\alpha}[X] = E[X \mid X \geq q_{1-\alpha}(X)]$

7.1.2 Risikomasse und Diversifikation

Mit der gleichen Vorzeichenkonvention wie für das Zielkapital bezeichnen wir das Risikomass

$$\rho(X) = -ES_\alpha[X]$$

Translationsinvarianz und positive Homogenität zusammen werden zu (für $a > 0$):

$$\rho(a \cdot X + b) = a \cdot \rho(X) - b$$

Die Subadditivität wird zu:

$$\rho(X+Y) \leq \rho(X) + \rho(Y)$$

Verallgemeinert besagt die Subadditivität, dass das Risiko einer Summe von Zufallsvariablen nicht grösser als die Summe der einzelnen Risiken ("*Standalone Risk*") ist. Dies entspricht dem Diversifikationseffekt, wie er sich z.B. zwischen Versicherungs-, Markt- und Kreditrisiko ergeben kann. Mit einem negativen Vorzeichen dargestellt als Reduktion des Risikos gegenüber einer komonotonen Abhängigkeit zwischen den Zufallsvariablen:

$$\text{Diversifikationseffekt} = \rho\left(\sum_k X_k\right) - \sum_k \rho(X_k)$$

Eine verwandte Frage ist nach dem Effekt eines "Risikos" X_l auf das Gesamtrisiko von $X \equiv \sum_k X_k$. Ein Beispiel ist der "Effekt der Szenarien auf das Zielkapital". Der Effekt lässt sich als die Auswirkung auf das Gesamtrisiko berechnen, die sich durch Ein-/Ausschluss von X_l ergibt:

$$\text{Effekt} = \rho\left(\sum_k X_k\right) - \rho\left(\sum_{k \neq l} X_k\right)$$

Schliesslich kann für den *Expected Shortfall* die Frage gestellt werden, welchen Beitrag ("*Risk Contribution*") das "Risiko" X_l zum Gesamtrisiko liefert. Wir beschränken uns zur Vereinfachung hier auf Zufallsvariablen mit stetiger Verteilung. Der *Contribution Shortfall* von X_l bezüglich $X = \sum_k X_k$ ist dann gegeben durch den Erwartungswert von X_l bedingt auf die Shortfallereignisse von X:

$$\text{Contribution Shortfall} = CS_\alpha(X_l|X) = E[X_l|X \leq q_\alpha(X)]$$

Der gesamte *Expected Shortfall* ergibt sich dann als Summe über die *Contribution Shortfalls:*

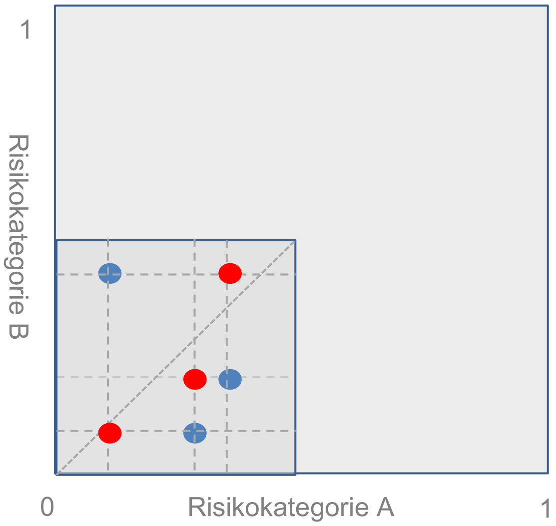
$$ES_\alpha[X] = \sum_k CS_\alpha(X_k|X)$$

7.2 Modifizierte Gausscopula

7.2.1 Modifizierte Gausscopula

Grundidee Umordnung

Die Grundidee lässt sich mit folgender Illustration darstellen. Wir betrachten die Abhängigkeiten zwischen zwei Risikokategorien im "unteren Tail" (tiefe Perzentile), was in unserem Fall "schlechten Ergebnissen", d.h. tiefen RTK_1 aufgrund beider Risikokategorien entspricht. Die drei blauen Punkte seien durch eine gewisse Copula gegeben. Durch "Umordnung" der drei Punkte soll die Abhängigkeit im "unteren Tail" verstärkt werden.



Die drei roten Punkte sind die umgeordneten Punkte unter einer "komonotonen" Umordnung. Dabei ergibt sich der erste rote Punkt durch Umordnung aus dem kleinsten Wert der Risikokategorie A für die drei blauen Punkte und dem kleinsten Wert der Risikokategorie B für die drei blauen Punkte, der zweite aus den zweitkleinsten Werten und der dritte aus den grössten Werten. Offenbar liegen die drei roten Punkte näher an der Diagonale, d.h. die Abhängigkeit hat sich durch die Umordnung erhöht. Beachte auch, dass sich die Projektionen auf Risikokategorie A und B nicht geändert haben.

Normalregime und Extremregime

Für die Modellierung der Abhängigkeiten zwischen den Risikokategorien mit der modifizierten Gausscopula soll folgende Eigenschaft berücksichtigt werden:[17]

- Eigenschaft ("synthetic fact"): Im Vergleich zu "Normalsituationen" sind die Abhängigkeiten zwischen Risikokategorien in "Extremsituationen" erhöht, d.h. die Zufallsvariablen der Risikokategorien nehmen eher gleichzeitig tiefe Werte (d.h. tiefe RTK_1) an.

Zur Modellierung dieser Eigenschaft nehmen wir an, dass es verschiedene Regime $s = 0,1, \dots, S$ mit zugehörigen Eintrittswahrscheinlichkeiten p_s gibt, die sich in Bezug auf die Abhängigkeiten zwischen den Risikokategorien unterscheiden, wobei in jedem SST-Jahr genau ein Regime auftritt (d.h. insbesondere $\sum_{s=0}^{S} p_s = 1$). Dabei bezeichne $s = 0$ das "Normalregime", unter dem die Abhängigkeiten durch eine bestimmte Copula C_0 (z.B. eine Gausscopula) gegeben seien. Die Copula C_0 sei jedoch für die "Extremregime" $s = 1, \dots, S$ nicht angemessen.

[17] Diese Eigenschaft ist für das Modell der gewöhnlichen Gausscopula aus Abschnitt 4.2 nur noch im Ergebnis erfüllt.

Bedingte Umordnung

Die modifizierte Gausscopula ist ein Spezialfall der "bedingten Umordnung". Wir erklären zuerst die bedingte Umordung und danach die modifizierte Gausscopula.

Sei $I \in \{0,1,\dots,S\}$ die Indikatorzufallsvariable für das realisierte Regime, mit $P[I = s] = p_s$. Dann definiert $A_s = \{I = s\}$ für $s = 0,1,\dots,S$ eine disjunkte Zerlegung des Wahrscheinlichkeitsraums entsprechend den realisierten Regimen, mit $P[A_s] = p_s$. Für die bedingte Umordnung soll eine Copula als Mischung über die Regime s definiert werden. D.h. gegeben Verteilungsfunktionen $F_s(a_1,\dots,a_d)$ von auf A_s definierten Zufallsvariablen soll sich eine Copula $\tilde{C}$ ergeben durch:

$$\tilde{C}(a_1,\dots,a_d) = \sum_{s=0}^{S} P[A_s] \cdot F_s(a_1,\dots,a_d) \quad \text{für } (a_1,\dots,a_d) \in [0,1]^d$$

Dies definiert eine Copula, wenn $\tilde{C}$ eine Verteilungsfunktion mit uniform-$[0,1]$-verteilten Marginalen ist. Als Mischung ist $\tilde{C}$ eine Verteilungsfunktion, weil die F_s Verteilungsfunktionen sind. Genauer gesagt wählen wir Verteilungsfunktionen F_s von folgender Form:

$$F_s(a_1,\dots,a_d) = C_s\left(F_{s,1}(a_1),\dots,F_{s,d}(a_d)\right)$$

für Copulas C_s und Marginalverteilungen $F_{s,i}$. Dabei sei C_0 die erwähnte Copula für das Normalregime, und wir bezeichnen mit $X_0 = \left(X_{0,1},\dots,X_{0,d}\right)$ einen Zufallsvektor auf dem ganzen Hyperwürfel $[0,1]^d$ mit Verteilungsfunktion gegeben durch die Copula C_0.

Die Idee der "Umordnung" besteht nun in folgendem: Für alle Verteilungsfunktionen F_s werden die Marginalverteilungen $F_{s,i}$ aus der Copula C_0 eingeschränkt auf A_s verwendet, d.h.

$$F_{s,i}(a_i) = P\left[X_{0,i} \le a_i | A_s\right]$$

aber für $s = 1,\dots,S$ wird die Abhängigkeitsstruktur anstelle von C_0 durch Copulas C_s definiert. Beachte dabei, dass X_0 eingeschränkt auf A_0 die angenommene Verteilung F_0 hat, weil

$$F_0(a_1,\dots,a_d) = C_0\left(P\left[X_{0,1} \le a_1 | A_0\right],\dots,P\left[X_{0,d} \le a_d | A_0\right]\right) = P\left[X_{0,1} \le a_1,\dots,X_{0,d} \le a_d | A_0\right]$$

Damit $\tilde{C}$ tatsächlich eine Copula ist, bleibt zu zeigen, dass die Marginale uniform-$[0,1]$-verteilt sind. Da die $X_{0,i}$ uniform-$[0,1]$-verteilt sind, folgt mit dem Satz der totalen Wahrscheinlichkeit:

$$\sum_{s=0}^{S} P[A_s] \cdot F_{s,i}(a_i) = \sum_{s=0}^{S} P[A_s] \cdot P\left[X_{0,i} \le a_i | A_s\right] = P\left[X_{0,i} \le a_i\right] = a_i$$

Weil die C_s Copulas sind, d.h. uniform-$[0,1]$-verteilte Marginale haben, folgt daraus wie gewünscht:

$$\tilde{C}(1, \dots 1, a_i, 1, \dots, 1) = \sum_{s=0}^{S} P[A_s] \cdot C_s\left(F_{s,1}(1), \dots, F_{s,i-1}(1), F_{s,i}(a_i), F_{s,i+1}(1), \dots, F_{s,d}(1)\right)$$
$$= \sum_{s=0}^{S} P[A_s] \cdot C_s\left(1, \dots, 1, F_{s,i}(a_i), 1, \dots, 1\right) = \sum_{s=0}^{S} P[A_s] \cdot F_{s,i}(a_i) = a_i$$

Implementierung der bedingten Umordnung

Die definierte Abhängigkeitsstruktur kann implementiert werden, indem für jedes $s = 1, \dots, S$ die Realisierungen von X_0 in A_s gemäss der Copula C_s umgeordnet werden ("rank tied"):

(1) Für $s = 1, \dots, S$ bezeichnen $\left(x_k^{s,1}, \dots, x_k^{s,d}\right)_{k=1,\dots,n}$ die Realisierungen von X_0 in A_s.

(2) Aus der Copula C_s für $s = 1, \dots, S$ werden Samples $\left(u_k^{s,1}, \dots, u_k^{s,d}\right)_{k=1,\dots,n}$ gezogen.

(3) Für $i = 1, \dots, d$ sei $\varphi_i(k) \in \{1, \dots, n\}$ der (z.B.) aufsteigende Rang von $x_k^{s,i}$ innerhalb $\left\{x_1^{s,i}, \dots, x_n^{s,i}\right\}$ und $\psi_i(k) \in \{1, \dots, n\}$ der aufsteigende Rang von $u_k^{s,i}$ innerhalb $\left\{u_1^{s,i}, \dots, u_n^{s,i}\right\}$.

(4) Dann ist die Umordnung von $\left(x_k^{s,1}, \dots, x_k^{s,d}\right)_{k=1,\dots,n}$ gegeben durch $\left(x_{\pi_1(k)}^{s,1}, \dots, x_{\pi_d(k)}^{s,d}\right)_{k=1,\dots,n}$, wobei $\pi_i = {\varphi_i}^{-1} \circ \psi_i$.

Damit werden für $s = 1, \dots, S$ die Realisierungen von X_0 in A_s auf die Copula C_s umgeordnet, ohne dass sich die Marginalverteilungen ändern. Für $s = 0$ ist keine Umordnung nötig, da die Realisierungen von X_0 in A_0 bereits die richtige Verteilung haben (siehe oben). Somit wird durch den Algorithmus tatsächlich die Copula $\tilde{C}$ implementiert.

Zur Spezifizierung der bedingten Umordnung werden somit für $s = 0,1, \dots, S$ die Copulas C_s und die Teilmengen $A_s = \{I = s\}$ der Regime mit $P[A_s] = p_s$ benötigt. Im Folgenden wird eine einfache Spezifikation beschrieben, insbesondere für A_s.

Modifizierte Gausscopula

Wir spezifizieren die modifizierte Gausscopula als Spezialfall der bedingten Umordnung. Dazu sei C_0 eine Gausscopula und zur Vereinfachung seien C_s für $s = 1, \dots, S$ ebenfalls Gausscopulas. Zur Berücksichtigung obiger gewünschter Eigenschaft ("synthetic fact") über die Abhängigkeiten zwischen Risikokategorien nehmen wir vereinfacht an, dass die Extremregime $s = 1, \dots, S$ nur in folgenden Hyperrechtecken R_s innerhalb $[0,1]^d$ auftreten (tendenziell entsprechend tiefen RTK_1-Werten für Risikokategorien). D.h. für

$$R_s = \left\{(a^1, \dots, a^d) \in [0,1]^d \middle| 0 \le a^i < t_s^i \text{ für } i = 1, \dots, d\right\} \quad \text{für } s = 1, \dots, S$$

nehmen wir an:

$$A_s \subseteq \{X_0 \in R_s\} \text{ für } s = 1, \dots, S$$

Dies ist natürlich nur möglich, wenn $P[X_0 \in R_s] \geq P[A_s] = p_s$ für $s = 1,..,S$. Wir gehen darauf unten unter "einschränkenden Bedingungen" weiter ein.

In der Definition von R_s sind $0 < t_s^i \leq 1$ für $i = 1, \dots, d$ die Grenzen für das Regime $s = 1, \dots, S$. In den Hyperrechtecken R_s kann per-se auch das Normalregime auftreten, da auch im Normalregime "zufällig" gleichzeitig tiefe Werte für die Risikokategorien auftreten können. Aufgrund der Definition von R_s ist für $s = 1,..,S$ die Eigenschaft $A_s \subseteq \{X_0 \in R_s\}$ invariant unter Umordnung, d.h. sie impliziert $\tilde{A}_s \subseteq \{X_0 \in R_s\}$ für jede Umordnung $\tilde{A}_s$ von A_s.

Für die Extremregime $s = 1, \dots, S$ folgt aus $P[A_s] = p_s$ und $A_s \subseteq \{X_0 \in R_s\}$:

$$p_s = P[I = s, X_0 \in R_s] = P[X_0 \in R_s] \cdot P[I = s | X_0 \in R_s]$$

D.h. die Wahrscheinlichkeit, dass Punkte von X_0 innerhalb R_s umgeordnet werden müssen, weil sie einer Realisierung des Regimes s entsprechen, hängt ab von der Wahrscheinlichkeit, dass X_0 in R_s fällt:

$$P[I = s | X_0 \in R_s] = \frac{p_s}{P[X_0 \in R_s]}$$

Daraus ergibt sich eine einfache Variante für die Definition der Teilmengen $A_s = \{I = s\}$:

- Definition der Teilmengen $A_s = \{I = s\} \subseteq \{X_0 \in R_s\}$ für $s = 1,..,S$: Wir nehmen an, dass die Realisierungen $I = s$ innerhalb von $\{X_0 \in R_s\}$ in folgendem Sinn "gleichverteilt" sind: für jede Teilmenge $M \subseteq R_s$ mit $P[X_0 \in M] > 0$ gilt:

  $$P[I = s | X_0 \in M] = P[I = s | X_0 \in R_s] = \frac{p_s}{P[X_0 \in R_s]}$$

  Dann lässt sich A_s wie folgt mittels einer Bernoulli-Zufallsvariablen B_s definieren, die von X_0 unabhängig ist und mit $P[B_s = 1] = \frac{p_s}{P[X_0 \in R_s]}$:

  $$A_s = \{X_0 \in R_s, B_s = 1\}$$

Für die Implementierung bedeutet dies, dass mit der unabhängigen Bernoulli-Zufallsvariablen B_s bestimmt wird, welche Realisierungen von X_0 in R_s umgeordnet werden.

Einschränkende Bedingungen für die modifizierte Gausscopula

Die wie oben beschrieben konstruierte modifizierte Gausscopula lässt sich nicht für beliebige Parameter definieren, sondern es besteht folgende einschränkende Bedingung: Ist $S_0 \subseteq \{1, \dots, S\}$ eine Teilmenge mit $P\left[X_0 \in \bigcap_{s \in S_0} R_s\right] > 0$, so ist $s \in \{1, \dots, S\} \longmapsto P\left[I = s \middle| X_0 \in \bigcap_{s \in S_0} R_s\right]$ eine Wahrscheinlichkeitsverteilung, also muss gelten:

$$\sum_{s \in S_0} P\left[I = s \middle| X_0 \in \bigcap\nolimits_{s \in S_0} R_s\right] \leq 1$$

Für obige Definition der Teilmengen $A_s = \{I = s\}$ folgt daraus mit der dazugehörigen "Gleichverteilungsannahme" $P\left[I = s \middle| X_0 \in \bigcap_{s \in S_0} R_s\right] = \frac{p_s}{P[X_0 \in R_s]}$:

$$\sum_{s \in S_0} \frac{p_s}{P[X_0 \in R_s]} \leq 1$$

Dies ist insbesondere dann erfüllt, wenn

- **Hinreichende einschränkende Bedingung**:

$$\sum_{s=1}^{S} \frac{p_s}{P[X_0 \in R_s]} \leq 1$$

Parameter

Für die modifizierte Gausscopula sind folgende Parameter festzulegen:

(a) Korrelationsmatrix der Gausscopula C_0 für das Normalregime;

(b) Eintrittswahrscheinlichkeit p_s für jedes Extremregime $s = 1, .., S$;

(c) Grenzen t_s^i pro Risikokategorie $i = 1, ..., d$ für jedes Extremregime $s = 1, .., S$;

(d) Korrelationsmatrizen der Gausscopula C_s für jedes Extremregime $s = 1, .., S$.

7.2.2 Kalibrierung der modifizierten Gausscopula

Zur Festlegung der Parameter (a)-(d) aus Abschnitt 7.1.1 für die modifizierte Gausscopula betrachten wir Ereignisse, die Abhängigkeiten zwischen den Zufallsvariablen Z_{Markt}, Z_{Kredit}, Z_{Leben}, $Z_{Schaden}$ und $Z_{Kranken}$ der RTK-Änderungen aufgrund der verschiedenen Risikokategorien erzeugen. Dabei unterscheiden wir:

Kalibrierung für das Normalregime (d.h. von C_0)

Im Normalregime gehen wir davon aus, dass die Abhängigkeiten zwischen Risikokategorien aus der kombinierten Auswirkung von Abhängigkeitstreibern entstehen. Beispiele von Abhängigkeitstreibern sind "Inflationserhöhung", "Langlebigkeitserhöhung" und "Finanzmarktverschlechterung" (keine Krise).

Die Schätzung der Korrelationsmatrix der Gausscopula C_0 aus der kombinierten Auswirkung der Abhängigkeitstreiber ergibt sich aus folgenden Schritten:

(1) Für jeden Abhängigkeitstreiber wird pro Risikokategorie die Auswirkung des Abhängigkeitstreibers auf die RTK-Änderungen der Risikokategorie für einen "typischen" Versicherer qualitativ abgeschätzt (RTK "fällt stark", "fällt" oder "neutral").

(2) Pro Paar von Risikokategorien wird die Auswirkung jedes Abhängigkeitstreibers auf die beiden Risikokategorien in eine Aussage über die Abhängigkeit zwischen den Risikokategorien aufgrund des Risikotreibers umgewandelt ("neutral" mit jeder Auswirkung ergibt "neutral"; "fällt" mit "fällt" oder "fällt stark" ergibt "fällt"; "fällt stark" und "fällt stark" ergibt "fällt stark").

(3) Pro Paar von Risikokategorien ergibt sich die entsprechende Korrelation aus der Kombination der Abhängigkeiten zwischen den Risikokategorien aufgrund der betrachteten Abhängigkeitstreiber.

Kalibrierung für die Extremregime (d.h. von p_s, $(t_s^i)_{i=1,\dots,d}$ und C_s für $s = 1, \dots, S$)

Jedes Extremregime wird über eine repräsentative Klasse von Ereignissen mit Auswirkung auf mehrere Risikokategorien definiert (siehe unten) und erhält eine Eintrittswahrscheinlichkeit p_s. Für jedes Extremregime werden folgende Schritte durchgeführt:

(1) Pro Risikokategorie wird die Auswirkung der Ereignisse auf die RTK-Änderungen der Risikokategorie für einen "typischen" Versicherer qualitativ abgeschätzt ("hoch", "mittelhoch", "mittel", "tief-mittel" und "tief").

(2) Diese Auswirkungsschätzungen werden pro Risikokategorie auf Grenzen t_s^i und pro Paar von Risikokategorien auf Korrelationen für die Korrelationsmatrix der Gausscopula C_s abgebildet. Dabei wird z.B. angenommen, dass eine "hohe" Auswirkung auf Risikokategorie A und eine "tiefe-mittlere" Auswirkung auf Risikokategorie B zu einer "tiefen-mittleren" Korrelation führt.

Folgende Extremregime werden betrachtet:

(a) Regime "Financial Distress"/ "Finanzkrise" ($s = 1$): Eintrittswahrscheinlichkeit $p_1 = 0.01$;

(b) Regime "Pandemie" ($s = 2$): Eintrittswahrscheinlichkeit $p_2 = 0.01$;

(c) Regime "Katastrophe" ($s = 3$): Eintrittswahrscheinlichkeit $p_3 = 0.02$. Dazu gehören z.B. Nat Cat, World Trade Center, Vulkanausbruch, Emerging Liability Catastrophe, etc.

Die Parameter für die modifizierte Gausscopula werden basiert auf ökonomischen Zusammenhängen, plausiblen Annahmen über die Auswirkung auf das Versicherungsgeschäft und Experteneinschätzungen aus FINMA und Industrie geschätzt.

7.2.3 Kalibrierung der gewöhnlichen Gausscopula für den SST

Die Korrelationsmatrix der gewöhnlichen Gausscopula aus Abschnitt 4.1 wird basierend auf marktweiten SST-Ergebnissen so kalibriert, dass bei der modifizierten und der gewöhnlichen Gausscopula (spartenweise und für generische Versicherungsgruppen) die gleichen durchschnittlichen SST-Ergebnisse resultieren.

8 Aufstellung der Änderungen an diesem Dokument

Änderungen auf 31. Oktober 2022

(1) Abschnitt 6.3: Anpassung des Standardmodells für den MVM des nicht-hedgebaren Marktrisikos, um auch negative Best Estimates zu berücksichtigen.

Änderungen auf 31. Oktober 2023

(2) Abschnitt 2.1 (SST-Quotient, risikotragendes Kapital und Zielkapital): Der ganze Abschnitt ist neu. Er beschreibt die Grundzüge dieser Grundbegriffe gemäss der revidierten AVO (in Kraft ab 1. Januar 2024) und drückt die Begriffe in Formeln aus.

(3) Abschnitt 3 (Berechnung des Zielkapitals): Ersetzt die bisherigen Abschnitte 2 und 3.1. Beschreibt die Berechnung des Zielkapitals und gewisse in der Praxis verwendete Vereinfachungen, besonders im neuen Abschnitt 3.1 in Folge der revidierten AVO.

(4) Abschnitt 4 (SST-Standardmodell Aggregation): Bisheriger Abschnitt 3 ohne Abschnitte 3.1 und 3.3. Berücksichtigt die durch die AVO-Revision notwendig gewordenen Anpassungen.

(5) Abschnitt 5 (Standardmethode für die Aggregation von Szenarien), Abschnitt 6 (SST-Standardmodell für den Mindestbetrag (MVM)): Bisherige Abschnitte 4 und 5. Berücksichtigt die durch die AVO-Revision notwendig gewordenen Anpassungen.

(6) Abschnitt 7 (Anhang): Bisheriger Abschnitt 3.3, unverändert.

Änderungen auf 31. Januar 2024

(1) Abschnitt 4.1: Löschen eines "z.B.".

Änderungen auf 31. Oktober 2024

(1) Das vorliegende Dokument integriert die vollständig revidierte AVO-FINMA, die per 1. September 2024 in Kraft gesetzt worden ist.

(2) Bei verschiedenen Abschnitten Anpassung der Notation, Angleichung der Verweise an AVO-FINMA und neues SST-RS, Konsistenz innerhalb des Dokuments und Verbesserung von Formulierungen.

(3) Abschnitte 2.2 und 2.3: Neu, erläutern gewisse Grundlagen und führen Notation ein.

(4) Abschnitte 3.1 und 3.2 zur Zielkapitalberechnung ersetzen die vorher bestehenden entsprechenden Abschnitte und erläutern insbesondere die dem Standardmodell unterliegende Zerlegung der Einjahresänderung nach Klassen. Abschnitt 3.3 ist neu und gibt eine Übersicht über Standardmodelle.

(5) Abschnitte 6.1 und 6.2 zum Mindestbetrag ersetzen die vorher bestehenden entsprechenden Abschnitte. Abschnitt 6.4 zur Kapitalkostenrückstellung für die aktuelle Einjahresperiode, Abschnitt 6.5 zur Komponente des Zielkapitals für das nicht-hedgebare Marktrisiko und Abschnitt 6.6 zur Einjahresänderung des Mindestbetrags sind neu.

Änderungen auf 31. Oktober 2025

(1) Ganzes Dokument: Präzisierungen ohne inhaltliche Änderungen.

(2) Abschnitt 2.4: neu, Spezifizierung des bestmöglichen Schätzwerts für die Nichtlebensversicherung einschliesslich Zinsen, Wechselkursen und Cashflows.

(3) Abschnitt 3.1: Im Kontext der Berechnung des Zielkapitals, Präzisierungen zu den Annahmen für den SST, insbesondere für die Bewertung, gemäss AVO-FINMA.

(4) Abschnitt 3.4: Änderung des Titels und Kürzung dieses allgemeinen Abschnitts vor dem Hintergrund des neuen Abschnitts 3.5.

(5) Abschnitt 3.5: neu, Beschreibung der Zerlegung der Einjahresänderung des risikotragenden Kapitals aus Versicherungsverträgen für die Nichtlebensversicherung nach Versicherungs-, Markt- und Kreditrisiko.

(6) Abschnitt 6.4: neu kein Opt-In mehr, sondern die Standardmethode

(7) Anhang, Abschnitt 7.1: neu, Formeln und Eigenschaften des *Expected Shortfalls*.

(8) Anhang, Abschnitt 7.2: bisheriger Abschnitt 7.1.