WEGLEITUNG

zum **SST-Marktrisiko-Standardmodell**

Ausgabe vom 26. Oktober 2011

---

1. Zweck

Gemäss Art. 43 Abs. 2 der Aufsichtsverordnung (AVO; SR 961.011) und Rz 100 des FINMA-Rundschreibens 2008/44 „SST" definiert die FINMA ein einheitliches Standardmodell zur Quantifizierung der Finanzrisiken.

Das Marktrisiko-Standardmodell ist ein so genanntes Delta-Gamma Modell. Seine Parametrisierung ist im SST-Template implementiert; die Berechnungen selber müssen jedoch ausserhalb des Templates gemacht werden. Eine vereinfachte Version davon, die anstelle der quadratischen Abhängigkeit des risikotragenden Kapitals von den Risikofaktoränderungen eine lineare vorsieht, ist im SST-Template umgesetzt. Diese vereinfachte Version darf angewendet werden, wenn das Marktrisikoexposure der Versicherungsunternehmung dies zulässt. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn das Risiko durch die lineare anstatt der quadratischen Abhängigkeit nicht unterschätzt wird.

Diese Wegleitung stellt im Sinne von Rz 107 des FINMA-Rundschreibens 2008/44 „SST" ein Erläuterungsdokument zum Marktrisiko-Standardmodell sowie der Benutzung des SST-Templates dar. Es enthält zudem Ausführungen genereller Art zur Risikoquantifizierung im SST.

2. Generelles zur Risikoquantifizierung im SST

Die Solvabilität einer Versicherungsunternehmung (VU) nach SST leitet sich ab aus dem per Stichtag verfügbaren Kapital und seinen möglichen Schwankungen über einen Einjahreshorizont. Das per Stichtag verfügbare Kapital wird im SST als *risikotragendes Kapital* bezeichnet, wofür die Bezeichnung RTK verwendet wird. Wir nehmen an, dass das risikotragende Kapital zum Zeitpunkt 0 bekannt ist, während $\mathrm{RTK}(s)$ mit $s > 0$ eine stochastische Grösse darstellt, also unbekannt ist. Aus Risikomanagement- resp. aufsichtsrechtlicher Sicht interessieren die möglichen Veränderungen des risikotragenden Kapitals über einen bestimmten Zeithorizont h, also

$$\mathrm{RTK}(t+h) - \mathrm{RTK}(t)\,.$$

Einsteinstrasse 2, 3003 Bern
Tel. +41 (0)31 327 91 00, Fax +41 (0)31 327 91 01
www.finma.ch

Der allgemeinen Risikomanagement-Konvention folgend wird das risikotragende Kapital als Funktion von Risikofaktoren $Z_1, \ldots, Z_d$ dargestellt:

$$\mathrm{RTK} = \mathrm{RTK}(t; \mathbf{Z}(t)) = \mathrm{RTK}(t; Z_1(t), \ldots, Z_d(t)),$$

mit $\mathbf{Z}(t) = (Z_1(t), \ldots, Z_d(t))^T$.
Häufig verwendete Risikofaktoren sind die logarithmierten Preise von Aktien, Immobilien oder Wechselkursen oder die Zinsen und Credit-Spreads.

Der Zeithorizont im SST beträgt wie erwähnt ein Jahr. Da sich die Solvenzanforderungen aus der *Veränderung* des risikotragenden Kapitals über den Einjahreshorizont ergeben, ist es üblich, die entsprechenden *Änderungen* X der Risikofaktoren zu betrachten:

$$X(t+1) = Z(t+1) - Z(t).$$

Es gilt dann

$$\begin{aligned}\Delta \mathrm{RTK}(t+1) &= \mathrm{RTK}(t+1) - \mathrm{RTK}(t) \\ &= \mathrm{RTK}(t+1; \mathbf{Z}(t+1)) - \mathrm{RTK}(t; \mathbf{Z}(t)) \\ &= \mathrm{RTK}(t+1; \mathbf{Z}(t) + \mathbf{X}(t+1)) - \mathrm{RTK}(t; \mathbf{Z}(t))\end{aligned}$$

Die Veränderung des risikotragenden Kapitals ist somit eine Funktion der Risikofaktoränderungen.

2.1. Analytisches Modell

Fortan bezeichnen wir mit $t = 0$ den Stichtag der SST-Erhebung.

2.1.1. Vollversion

In seiner Vollversion macht das Standardmodell die Näherung

$$\mathrm{RTK}(\mathbf{Z}(1)) \approx \mathrm{RTK}(\mathbf{Z}(0)) + \sum_{i=1}^{d} \frac{\partial \mathrm{RTK}(\mathbf{Z}(0))}{\partial z_i} X_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{d} \sum_{k=1}^{d} \frac{\partial^2 \mathrm{RTK}(\mathbf{Z}(0))}{\partial z_i \partial z_k} X_i X_k$$

oder, unter Berücksichtigung von $\Delta \mathrm{RTK}(1) = \mathrm{RTK}(\mathbf{Z}(1)) - \mathrm{RTK}(\mathbf{Z}(0))$

$$\Delta \mathrm{RTK}(1) \approx \sum_{i=1}^{d} \frac{\partial \mathrm{RTK}(\mathbf{Z}(0))}{\partial z_i} X_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{d} \sum_{k=1}^{d} \frac{\partial^2 \mathrm{RTK}(\mathbf{Z}(0))}{\partial z_i \partial z_k} X_i X_k$$

$$= \boldsymbol{\delta}^T \mathbf{X} + \frac{1}{2} \mathbf{X}^T \Gamma \mathbf{X} \qquad (1)$$

wobei $\mathbf{X} = \mathbf{X}(1) = (X_1(1), \ldots, X_d(1))^T$ und $\boldsymbol{\delta} = (\delta_1, \ldots, \delta_d)^T$ den Vektor der ersten Ableitungen bezeichnet und Γ die Matrix der zweiten Ableitungen, also

$$\delta_i = \frac{\partial \mathrm{RTK}(\mathbf{Z}(0))}{\partial z_i}, \qquad \Gamma_{ik} = \frac{\partial^2 \mathrm{RTK}(\mathbf{Z}(0))}{\partial z_i \, \partial z_k} \qquad (2)$$

Gleichung (1) definiert die so genannte *Vollversion* des SST Standardmodells (Delta-Gamma). Mathematisch gesprochen entspricht diese der Taylor-Approximation 2. Ordnung, welche näherungsweise den funktionalen Zusammenhang zwischen den Veränderungen des RTK und den Änderungen der Risikofaktoren beschreibt.

Im Unterschied zur vereinfachten Version (Kapitel 2.1.2 unten) können im vorliegenden Fall die Risikomasse Value-at-Risk und Expected Shortfall der RTK-Veränderung nicht analytisch bestimmt werden, selbst unter der vereinfachenden Annahme der multivariaten Normalverteilung. Die Wahrscheinlichkeitsverteilung von $\Delta\mathrm{RTK}$ in (1) kann zum Beispiel via numerische Inversion der charakteristischen oder momenterzeugenden Funktion ermittelt werden, siehe z.B. Glasserman [2] S. 487. Alternativ und einfacher zu implementieren ist ein simulationsbasierter Ansatz (Delta-Gamma Monte Carlo). Ein simulationsbasierter Ansatz hat zudem den Vorteil, dass er nicht auf normalverteilte Risikofaktoren eingeschränkt werden muss. Trotzdem wird für die Vollversion des Marktrisiko-Standardmodells unverändert die Annahme getroffen, dass die Änderungen der Risikofaktoren multivariat normalverteilt sind. Die meisten statistischen Softwarepakete erlauben eine routinemässige Erzeugung (Simulation) normalverteilter Zufallsvektoren mit dem Mittelwertvektor und der Kovarianz-Matrix als Eingabegrössen. Hintergrundinformationen dazu findet man zum Beispiel in McNeil et. al. [4], Seite 66. Die empirische Verteilung $\Delta\mathrm{RTK}$ gemäss (1) ergibt sich dann durch eine beliebig hohe Anzahl Simulationen des Vektors $\mathbf{X}$.

Ein einfacher nicht-parametrischer Schätzer des Expected Shortfalls in einem simulationsbasierten Ansatz ist der Durchschnitt sämtlicher RTK-Veränderungen, die den entsprechenden Value-at-Risk Schätzer unterschreiten:

$$-\widehat{\mathrm{ES}}_\alpha = \frac{\sum_{j=1}^{N} \Delta\mathrm{RTK}_j \; 1_{\{\Delta\mathrm{RTK}_j < \widehat{\mathrm{VaR}}_\alpha\}}}{\sum_{j=1}^{N} 1_{\{\Delta\mathrm{RTK}_j < \widehat{\mathrm{VaR}}_\alpha\}}}$$

wobei $\widehat{\mathrm{VaR}}_\alpha$ den Schätzer des Value-at-Risk zum Konfidenzniveau α bezeichnet ($\alpha = 0.01$; Quantilschätzer) und $\Delta\mathrm{RTK}_j$ die simulierte Veränderung des RTK im j-ten Simulationsdurchgang ($j = 1, \ldots, N$). Die Grösse 1_A bezeichnet die Indikatorfunktion, also $1_A = 1$, falls das Ereignis A eintritt und 0 sonst.

Da der Value-at-Risk klein ist, hat man es mit einem „rare event" Simulationsproblem zu tun. Erfahrungen haben gezeigt, dass die Anzahl Simulationen in der Grössenordnung von 500'000 liegen sollte, um hinreichend stabile Resultate zu erhalten. Unter Umständen muss aber auch eine entsprechende Varianz minimierende Technik angewendet werden, siehe z.B. Asmussen [1], S. 432 oder Glasserman et. al. [3].

2.1.2. Vereinfachte Version

Bei Exposures, bei denen die lineare Approximation die RTK Veränderungen hinreichend gut beschreibt, kann auf den quadratischen Term verzichtet werden. Wir erhalten dann die *vereinfachte Version* des Standardmodells:

$$\Delta\,\mathrm{RTK}(1) \approx \sum_{i=1}^{d} \frac{\partial\,\mathrm{RTK}(\mathbf{Z}(0))}{\partial z_i} X_i = \boldsymbol{\delta}^T \mathbf{X} \tag{3}$$

Diese Vereinfachung ist in der Regel bei Schadenversicherern zulässig, sofern deren Exposures nicht durch Long-Tail Geschäft dominiert werden. Für ein reines Aktienportfolio beispielsweise ist die Annahme eines linearen Zusammenhanges zwischen den RTK-Veränderungen und den Wertveränderungen der Aktien korrekt. Für ein Portfolio hingegen, das Derivate oder zinsabhängige Instrumente enthält, werden die RTK-Veränderungen durch die lineare Approximation nur unzureichend beschrieben. Will ein Versicherungsunternehmen die vereinfachte Version des Standardmodells anwenden, so muss es den Nachweis erbringen, dass dies zu keiner Unterschätzung des Risikos führt. Dies kann zum Beispiel dann der Fall sein, wenn die Zinssensitivitäten der Verbindlichkeiten höher sind als die der Aktiven. Wird das Risiko durch die vereinfachte Version unterschätzt, so muss die Vollversion des SST-Marktrisiko-Standardmodells angewendet werden.

Im SST Marktrisiko-Standardmodell wird angenommen, dass die Veränderungen $\mathbf{X}$ der Risikofaktoren einer mehrdimensionalen Normalverteilung genügen. Zusammen mit der Linearitätsannahme erlaubt dies eine analytische Berechnung der Risikomasse Value-at-Risk und Expected Shortfall. Denn im Falle der multivariaten Normalverteilung für einen Zufallsvektor $\mathbf{X}$ ist das Skalarprodukt von $\mathbf{X}$ mit einem d-dimensionalen Vektor $\boldsymbol{\delta}$ univariat normalverteilt. Konkret:
Falls $\mathbf{X} \sim N_d(\boldsymbol{\mu}, \Sigma)$ und $\boldsymbol{\delta} \in R^d$ so gilt $\boldsymbol{\delta}^T \mathbf{X} \sim N_1\left(\boldsymbol{\delta}^T \boldsymbol{\mu}, \boldsymbol{\delta}^T \Sigma\, \boldsymbol{\delta}\right)$ und somit

$$\mathrm{VaR}_\alpha\left(\boldsymbol{\delta}^T \mathbf{X}\right) = \boldsymbol{\delta}^T \boldsymbol{\mu} + \sqrt{\boldsymbol{\delta}^T \Sigma\, \boldsymbol{\delta}}\; q_\alpha(Z)$$

$$\mathrm{ES}_\alpha\left(\boldsymbol{\delta}^T \mathbf{X}\right) = \boldsymbol{\delta}^T \boldsymbol{\mu} + \sqrt{\boldsymbol{\delta}^T \Sigma\, \boldsymbol{\delta}}\; \frac{\varphi(q_\alpha(Z))}{1-\alpha}$$

wobei $q_\alpha(Z)$ das α-Quantil einer standardnormalverteilten Zufallsvariablen Z bezeichnet und φ die Dichtefunktion.

Allgemein ist ein solcher Ansatz unter dem Namen „Delta-Normal“ bekannt.

2.2. Berücksichtigung der Szenarioeinflüsse

Im SST Marktrisiko-Standardmodell wird angenommen, dass die Risikofaktoränderungen multivariat normalverteilt sind. Diese Annahme stellt eine vereinfachte Sicht der Realität dar. Denn in der Praxis zeigt sich oft, dass die Risikofaktoren leptokurtotisch sind („dünne Spitze“ der Wahrscheinlichkeitsdichte und dafür mehr Masse in den Tails) und darüber hinaus Tail-Abhängigkeiten aufweisen. Diese so genannten „stylized facts“ können durch die multivariate Normalverteilung nur unzureichend wiedergegeben werden. Szenarioanalysen stellen deshalb eine wichtige Ergänzung des analytischen Asset-Modells dar zur Behebung dieser Schwachstelle. Für die Vollversion des Marktrisiko-Standardmodells definieren wir deshalb

$$\begin{aligned}\Delta\mathrm{RTK}(1) &\approx \sum_{i=1}^{d}\frac{\partial\,\mathrm{RTK}(\mathbf{Z}(0))}{\partial z_i}X_i+\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{d}\sum_{k=1}^{d}\frac{\partial^2\mathrm{RTK}(\mathbf{Z}(0))}{\partial z_i\,\partial z_k}X_i\,X_k+\sum_{n=0}^{m}\Delta\mathrm{RTK}_n 1_{S_n}\\ &=\boldsymbol{\delta}^T\mathbf{X}+\frac{1}{2}\mathbf{X}^T\Gamma\,\mathbf{X}+\sum_{n=0}^{m}\Delta\mathrm{RTK}_n 1_{S_n} \qquad (4)\end{aligned}$$

Dabei beschreibt $\Delta\mathrm{RTK}_n$ den Einfluss des n-ten Szenarios auf das RTK, $n\in\{0,1,\ldots,m\}$, wobei $\Delta\mathrm{RTK}_0=0$.

Die Indikatorfunktion $Y_k=1_{S_k}$ gibt somit an, ob Szenario S_k eintritt oder nicht. Es gilt $P[S_k]=p_k$ mit

$$p_0+\sum_{n=1}^{m}p_n=1$$

wobei $p_0=1-\sum_{n=1}^{m}p_n$ die Wahrscheinlichkeit für ein „Normaljahr“ bezeichnet.

Der Zufallsvektor $(Y_0,Y_1,\ldots,Y_m)$ mit $Y_k=1_{S_k}$ hat dabei eine multinomiale Verteilung mit Grösse $N=1$ und Wahrscheinlichkeiten $p_0,p_1,\ldots,p_m$ (sogenanntes „1-in-(m+1)“-Ereignis). Die Grössen $p_1,\ldots,p_m$ bewegen sich dabei im Bereich von 0.1% bis 1%, so dass p_0 ungefähr 90% beträgt[1].

Für die Aggregation der Szenarien existiert ein Excel-Template, welches auf der FINMA-Internetseite aufgeschaltet ist.

[1] Diese Grössen beziehen sich auf Marktrisikoszenarien, Versicherungsrisikoszenarien und umfassende Szenarien.

In der vereinfachten Version des Standardmodells gilt entsprechend

$$\Delta \mathrm{RTK}(1) \approx \boldsymbol{\delta}^T \mathbf{X} + \sum_{n=0}^{m} \Delta \mathrm{RTK}_n 1_{S_n} \tag{5}$$

Prinzipiell ist das Standard-Markrisikomodell, sowohl in der vereinfachten wie in der Vollversion, nur dann geeignet, wenn es die Risiken des Versicherers adäquat abdeckt: Dies bedeutet insbesondere, dass die

- Proxys der Risikofaktoren die Investments gut wiederspiegeln
- Anzahl der Risikofaktoren ausreichend ist
- Annahme der quadratischen resp. linearen Approximation vertretbar ist
- Szenarioeinflüsse die Schwächen des analytischen Modells hinreichend gut beheben können.

3. Ermittlung der Sensitivitäten

Zur Bestimmung der Veränderung des RTK über einen Einjahreshorizont müssen die Ableitungen des RTK nach den Risikofaktoren bestimmt werden, siehe (2):

$$\delta_i = \frac{\partial \mathrm{RTK}(\mathbf{Z}(0))}{\partial z_i}, \qquad \Gamma_{ik} = \frac{\partial^2 \mathrm{RTK}(\mathbf{Z}(0))}{\partial z_i \, \partial z_k}$$

In der vereinfachten Version müssen nur die ersten Ableitungen bestimmt werden. Die Vollversion erfordert die Bestimmung der ersten und zweiten Ableitungen des RTK nach den Risikofaktoren.

Bei der praktischen Umsetzung eines Delta-Gamma Verfahrens ergibt sich – verglichen mit der vereinfachten Delta-Normal Methode – folgender zusätzliche Aufwand:

- Ermittlung der Matrix Γ, also der partiellen Ableitungen des RTK nach dem i-ten *und* k-ten Risikofaktor. Insbesondere die Bestimmung der gemischten Ableitungen ($i \neq k$; so genannte Kreuz- oder „cross-gamma"-Terme);
- Bestimmung der Wahrscheinlichkeitsverteilung von $\Delta \mathrm{RTK}(1)$[2].

Für ein Delta-Gamma Verfahren müssen also – zusätzlich zu den Sensitivitäten oder Risikofaktorauslenkungen nach oben und unten – die zweiten Ableitungen des RTK nach den Risikofaktoren geschätzt werden. Dies geschieht wiederum mit Hilfe von Sensitivitätsberechnungen. Die Tabellen in Anhang A und B zeigen, wie die Sensitivitätsberechnungen durchgeführt werden müssen. Für ein

[2] Im Unterschied zum Delta-Normal Ansatz ist $\Delta\mathrm{RTK}$ nicht mehr univariat normalverteilt, da $\mathbf{X}^T \Gamma \mathbf{X}$ als quadratische Form normalverteilter Zufallsvektoren *nicht mehr* normalverteilt ist.

sinnvolles Delta-Gamma Verfahren sind alle Risikofaktoren einzubeziehen, insbesondere also auch die biometrischen.

Es ist die Aufgabe der Versicherungsunternehmung nachzuweisen, welche Elemente der Matrix Γ allenfalls vernachlässigbar sind. Ist für einen Risikofaktor die Summe $s_i^+ + s_i^- \neq 0$ (siehe Anhang A), so liegt ein Diagonal-Gamma Beitrag vor. Insofern ist es nicht gerechtfertigt, diesen zu ignorieren, falls das Risiko dadurch unterschätzt wird. Das bei den Zuschlägen 2009 und 2010 von der FINMA angewendete Diagonal-Delta-Gamma-Verfahren berücksichtigt die Kreuzterme nicht, was eine Vereinfachung darstellt. Sie lässt sich dadurch rechtfertigen, dass damit lediglich auf die im Template von den Versicherungsunternehmen gelieferten Delta-Sensitivitäten abgestellt werden kann.

4. Beschreibung der Risikofaktoren

Das Marktrisikomodell umfasst die folgenden 77 Risikofaktoren:

- Zinsen für die Währungen CHF, EUR, USD, GBP separat für die Laufzeitenbänder 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20, 30 Jahre [4*13 Risikofaktoren]

- Corporate Bond Spreads USD: Moody's Spreads Aaa, Aa, A und Baa[3] [4 Risikofaktoren]

- Fremdwährungskurse: EUR/CHF, USD/CHF, GBP/CHF, JPY/CHF [4 Risikofaktoren]

- Implizite Volatilität von Währung: USD/CHF 3 Monate ATM Optionen [1 Risikofaktor].

- Aktienkurse: MSCI Switzerland, MSCI EMU, MSCI UK, MSCI Japan, MSCI US, MSCI Pacific ex Japan, MSCI Small Cap EMU [7 Risikofaktoren]

- Implizite Volatilität von Aktienkursen: VIX [1 Risikofaktor]

- Immobilien in der Schweiz: SWX IAZI Investment Real Estate Performance Index (Wohnimmobilien), direkte Geschäftsimmobilien (Default: WUPIX A, eigene Korrelationen und Volatilitäten können verwendet werden[4]), Rüd Blass (Immobilienfonds), WUPIX A (Immobilienaktien) [4 Risikofaktoren]

- Hedge Funds: vollständige Abhängigkeit, Volatilität 30%, eigene Korrelationen und Volatilitäten können verwendet werden [1 Risikofaktor] [4]

[3] Im Template sind die am häufigsten verwendeten Ratingbezeichnungen AAA, AA, A, BBB aufgeführt, welche u.a. auch von S&P verwendet werden.

[4] Es ist zu beachten, dass Bewertungsmethoden oft einen Glättungseffekt der Wertänderungen über die Zeit mit sich bringen. Es ist darauf zu achten, dass das Risiko nicht unterschätzt wird. Ferner bestehen bei Hedge Funds und Private Equity Probleme mit Intransparenz der Indizes und Survivorship-Bias. Deshalb ist Volatilität bei Verwendung von eigenen Zeitreihen hier zu verdoppeln.

- Private Equity: vollständige Abhängigkeit, Volatilität 37.5%, eigene Korrelationen und Volatilitäten können verwendet werden [1 Risikofaktor] [4]

- Beteiligungen: vollständige Abhängigkeit, Volatilität 25%, eigene Korrelationen und Volatilitäten können verwendet werden [1 Risikofaktor] [4,5]

- Implizite Zinsvolatilität: vollständige Abhängigkeit, Volatilität 50%, eigene Korrelationen und Volatilitäten können verwendet werden [1 Risikofaktor]

Hinweis zu den Aktienindices: Bei den MSCI Aktienindices handelt es sich um sogenannte Total Return Indices; die Dividenden werden durch den Indexwert somit berücksichtigt.

Hinweis zu impliziter Zinsvolatilität, direkten Geschäftsimmobilien, Hedge Funds, Private Equity und Beteiligungen: Bei diesen Risikofaktoren gibt es pauschale Vorgaben seitens der FINMA bezüglich der Korrelationswerte. Diese können durch eigene Schätzungen ersetzt werden, sofern die Versicherungsunternehmen zu deren Herleitung geeignete Zeitreihen wählen. In diesem Fall sind eigene Korrelationen und Volatilitäten zu bestimmen. Im Excel-Template sind die entsprechenden Zellen zur besseren Kennzeichnung auffällig farbig markiert. Die Korrelationen werden nur übernommen, falls sie vollständig zu allen Risikofaktoren des Modells angegeben werden (auch wenn das Versicherungsunternehmen keine Sensitivität zu manchen Risikofaktoren hat; in diesen Fällen wäre es legitim, irgendeine Korrelation zu wählen). Ist dies nicht der Fall, so wird bei impliziter Zinsvolatilität, Hedge Funds, Private Equity und Beteiligungen die Annahme getroffen, dass diese Risikofaktoren voll mit dem Restportfolio korrelieren. Bei direkten Geschäftsimmobilien werden die Werte von WUPIX A (börsenkotierte Immobiliengesellschaften) übernommen.

Hinweis zu Hedge Funds (HF) und Private Equity (PE): Die FINMA hat Zweifel daran, dass die Schätzung der Volatilitäten und Korrelationen mit der beobachtbaren Historie des HF-/PE- Portfolio eines Versicherers resp. Indices als Proxy das Risiko dieser Investments adäquat widerspiegelt. Eine vorsichtige Wahl der Parameter ist angezeigt. Die selbstgeschätzte Volatilität ist zu verdoppeln, das heisst, sie ist mit dem Faktor 2 zu multiplizieren.

5. Schätzung der Zeitreihenparameter

Die Methodik zur Schätzung der Parameter gleicht derjenigen, wie sie für JP Morgan‘s „RiskMetrics“ verwendet wird. Wie erwähnt, wird im SST Marktrisiko-Standardmodell angenommen, dass die Änderungen der Risikofaktoren multivariat normalverteilt sind. Die Normalverteilung wird durch den Mittelwertvektor $\boldsymbol{\mu}$ und die Kovarianzmatrix Σ vollständig charakterisiert.

[5] Eine bessere Modellierung der Risikosituation von Beteiligungen ist ein „look through“, indem die Sensitivität des Beteiligungswerts auf die Veränderung der Risikofaktoren mitberücksichtigt wird. Es wird auf Rz 87 und 88 des FINMA-Rundschreibens 2008/44 „SST“ verwiesen.

Sowohl in seiner Vollversion wie auch in der vereinfachten Version muss die Kovarianzstruktur geschätzt werden, d.h. die Volatilitäten und Korrelationen der Risikofaktoränderungen. Die Ermittlung dieser Parameter erfolgt grundsätzlich auf der Basis von monatlichen Renditen während der vergangenen 10 Jahre[6]. Die Verwendung von Monatsrenditen über 10 Jahre ist ein Kompromiss einerseits hinsichtlich der Datenmenge, um einigermassen stabile Schätzwerte zu erhalten, und andererseits hinsichtlich der Aktualität der Daten (vgl. Anhang C für die Beschreibung der Indices aus Bloomberg sowie verfügbarem Zeitraum und Frequenz).

Der Zusammenhang zwischen der Kovarianzmatrix Σ und der Korrelationsmatrix P ist der folgende:

$$\Sigma = \Delta P \Delta ,$$

wobei Δ die Diagonalmatrix mit den Standardabweichungen (Volatilitäten) der Risikofaktoränderungen als Diagonalelemente bezeichnet, also

$$\Delta = \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & \cdots & \cdots & 0 \\ 0 & \ddots & & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & & \ddots & 0 \\ 0 & \cdots & \cdots & 0 & \sigma_d \end{bmatrix}.$$

Falls n Beobachtungen (e.g. $n = 120$) von d-dimensionalen Vektoren $\mathbf{X}_1, \ldots, \mathbf{X}_n$ von Risikofaktoränderungen vorliegen, so sind die Standard-Momentenschätzer von $\boldsymbol{\mu}$ und Σ gegeben durch:

$$\overline{\mathbf{X}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} \mathbf{X}_i , \qquad S = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (\mathbf{X}_i - \overline{\mathbf{X}})(\mathbf{X}_i - \overline{\mathbf{X}})^T .$$

Beachte, dass die beiden Schätzer $\overline{\mathbf{X}}$ und S keinen Bias haben.

Einen Schätzer $R = (r_{jk})_{j,k}$ der Korrelationsmatrix P erhält man unmittelbar aus $S = (s_{jk})_{j,k}$. Das Element in Zeile j und Spalte k ist gegeben durch

$$r_{jk} = \frac{s_{jk}}{\sqrt{s_{jj} \; s_{kk}}} .$$

Die Varianz einer Zufallsvariablen ist schwierig zu interpretieren, da sie die Abweichung vom Mittelwert im Quadrat misst. In der Praxis misst man die Schwankungen deshalb häufig durch die Standardabweichung (auch Volatilität genannt). Diese entspricht der Quadratwurzel der Varianz.

[6] Der SWX IAZI Investment Real Estate Performance Index hingegen steht nur auf Quartalbasis zur Verfügung.

Da der Zeithorizont im SST ein Jahr beträgt, müssen annualisierte Volatilitäten verwendet werden. Diese erhält man aus den Volatilitäten der Monatsrenditen, indem man sie mit der Quadratwurzel der Anzahl Monate pro Jahr multipliziert:

$$\sigma_{\text{Jahr}} = \sqrt{12}\,\sigma_{\text{Monat}}$$

Liegen nur Quartalsdaten vor, so wird die annualisierte Volatilität wie folgt berechnet:

$$\sigma_{\text{Jahr}} = \sqrt{4}\,\sigma_{\text{Quartal}}$$

Der Korrelationskoeffizient ist unabhängig von der Frequenz der beobachteten Daten und muss somit nicht annualisiert werden.

Die statistischen Eigenschaften von Finanzzeitreihen ändern sich in der Regel mit der Frequenz der Beobachtung: Tagesrenditen zum Beispiel haben eine höhere Kurtosis als monatliche Renditen.

5.1. Positiv-Definitheit der Korrelationsmatrix

Die mittels oben definiertem Schätzer ermittelte Korrelationsmatrix R ist oft nicht positiv-definit[7], da das SST Marktrisiko-Standardmodell viele Zinsrisikofaktoren enthält, die hoch korreliert sind. Um eine sinnvolle Berechnung durchführen zu können, muss die geschätzte Korrelationsmatrix entsprechend angepasst werden.

Eine pragmatische Methode, um eine positiv-definite Matrix aus der ursprünglichen Schätzung zu erhalten ist die folgende. Die geschätzte Korrelationsmatrix R habe die Eigenwerte $\lambda_1,\ldots,\lambda_n$ und die (orthogonalen) Eigenvektoren $v_1, v_2, \ldots, v_n$. Λ bezeichne dabei die n x n Matrix, welche auf der Hauptdiagonalen die Eigenwerte $\lambda_1,\ldots,\lambda_n$ als Einträge hat und sonst 0; V bezeichne die n x n Matrix, deren i-te Spalte durch den i-ten Eigenvektor v_i definiert ist. Es gilt dann

$$R = V \Lambda V^T \,.$$

Falls die geschätzte Korrelationsmatrix R nicht positiv definit ist, sind $m \geq 1$ Eigenwerte negativ. Wir bezeichnen diese Eigenwerte als $\lambda_{i_1}, \lambda_{i_2}, \ldots, \lambda_{i_m}$ wobei $I = \{i_1, i_2, \ldots, i_m\}$ die Indexmenge mit Indices zwischen 1 und n der negativen Eigenwerte bezeichnet.

---

[7] Eine quadratische Matrix $\mathbf{A}$ heisst positiv-definit, falls $\mathbf{b}^T \mathbf{A} \mathbf{b} > 0$ für alle Vektoren $\mathbf{b} \neq 0$. Sie heisst positiv-semidefinit, falls $\mathbf{b}^T \mathbf{A} \mathbf{b} \geq 0$ für alle Vektoren $\mathbf{b} \neq 0$. Eine quadratische Matrix ist genau dann positiv definit, wenn alle Eigenwerte positiv sind. Sie ist genau dann positiv semidefinit, falls alle Eigenwerte grösser oder gleich Null sind.

Wir definieren nun eine neue Matrix $\tilde{\Lambda}$, indem wir − ausgehend von Λ − deren negative Eigenwerte mit jeweils dem Minimum von 10^{-5} und dem mit (-1) multiplizierten Eigenwert ersetzen.:

$$\tilde{\lambda}_i = \begin{cases} \lambda_i, & i \notin I, \\ \min(-\lambda_i, 10^{-5}) & i \in I. \end{cases}$$

Daraus lässt sich eine neue, positiv definite Matrix bestimmen mittels

$$\tilde{R} = V \tilde{\Lambda} V^T .$$

Da die so entstandene Korrelationsmatrix $\tilde{R}$ in der Regel nicht nur Einsen auf der Diagonalen hat, muss man, um eine Korrelationsmatrix zu erhalten, noch folgende Transformation der Einträge vornehmen:

$$r_{jk} \mapsto \frac{r_{jk}}{\sqrt{r_{jj}\ r_{kk}}} .$$

Falls eine Versicherungsunternehmung die Kovarianzstruktur der Risikofaktoren selber ermittelt, so müssen die ersetzten negativen Eigenwerte der Korrelationsmatrix im SST-Bericht aufgelistet werden.

6. Zuordnung von Zahlungsströmen auf vorhandene Zinsrisikofaktoren

Um eine ausreichende Datenqualität aller Risikofaktoren zu garantieren, werden Zahlungsströme zwecks Ermittlung ihrer Zinssensitivität auf die vorhandenen Zinsrisikofaktoren abgebildet.

Zinsexposures:

- Band 0 – 9 Jahre: Grundsätzlich wird die Laufzeit eines Cash Flows auf das nächste ganze Jahr aufgerundet. Zum Beispiel wird der Barwert eines Cash Flows, der nach 2 Jahren und 4 Monaten anfällt, mit dem Zinssatz für 3 Jahre und einer fiktiven Laufzeit von 3 Jahren berechnet.
- 10 – 12 Jahre: Laufzeit 10 Jahre.
- 13 – 17 Jahre: Laufzeit 15 Jahre.
- 18 – 24 Jahre: Laufzeit 20 Jahre.
- 25 bis 50 Jahre: Laufzeit 30 Jahre.

Hinweis: Man beachte, dass diese Zuordnung eine grobe Vereinfachung darstellt, da mit ihr in der Regel weder die Barwerte der Zahlungsströme noch die Zinssensitivitäten erhalten bleiben. Jeder beliebige Zahlungsstrom müsste besser derart auf zwei benachbarte Zins-Buckets t_l und t_r abgebildet werden, dass sowohl

a) der Barwert wie auch

b) die Zinssensitivitäten

erhalten bleiben. Das heisst, ein Zahlungsstrom $c(t)$ fällig zum Zeitpunkt t mit $0 < t_l \leq t \leq t_r$ müsste in drei fiktive Zahlungsströme zerlegt werden:

$$c_{\text{lower}}(t_l),\ c_{\text{upper}}(t_r) \text{ und } c_0(0).$$

Die Cash-Position zum Zeitpunkt $t = 0$ ist notwendig, damit nebst den Zinssensitivitäten auch der Barwert erhalten bleibt. Die drei Unbekannten lassen sich dann durch ein lineares Gleichungssystem bestimmen. Damit erfolgt eine Zuordnung auf benachbarte Zins-Buckets t_l und t_r derart, dass nebst dem Barwert auch die Duration (Zinssensitivität) erhalten bleibt.

7. Berechnung von Renditen

Renditen können grundsätzlich auf verschiedene Arten berechnet werden. Wir unterscheiden absolute, relative und logarithmische Renditen. Wir bezeichnen mit $Z(t)$ den Risikofaktor oder Wert eines Instrumentes zum Zeitpunkt t.

7.1. Absolute Renditen

Die absoluten Renditen sind definiert als

$$X_{\text{abs}}(t+1) = Z(t+1) - Z(t)$$

und werden gewöhnlich für Zins- resp. Credit-Spread Veränderungen verwendet, da für logarithmierte Renditen von Zinsen und Spreads die Normalverteilungsannahme deutlich ungeeigneter ist als für absolute Renditen.

7.2. Relative Renditen

Die einfachen oder relativen Renditen sind definiert als

$$X_{\text{rel}}(t+1) = \frac{Z(t+1) - Z(t)}{Z(t)},$$

7.3. Logarithmische Renditen

Häufiger benutzt werden in der Praxis logarithmische Renditen. Diese werden auch stetige Renditen genannt und sind wie folgt definiert:

$$X_{\text{log}}(t+1) = \log\left(\frac{Z(t+1)}{Z(t)}\right) = \log(Z(t+1)) - \log(Z(t)),$$

wobei $\log(\cdot)$ den natürlichen Logarithmus bezeichnet. Da für kleine x ungefähr gilt $\log(1+\mathrm{x}) \approx \mathrm{x}$, finden wir

$$X_{\text{log}} = \log\left(\frac{Z(t+1)}{Z(t)}\right) = \log\left(1 + \frac{Z(t+1) - Z(t)}{Z(t)}\right) \approx \frac{Z(t+1) - Z(t)}{Z(t)} = X_{\text{rel}}.$$

Die Wertveränderung eines reinen Aktienportfolios $V(t) = \sum_{k=1}^{d} \lambda_k S_k(t)$ lässt sich durch logarithmische Aktienkursveränderungen $X_{\text{log}}(t+1) = \log(S(t+1)) - \log(S(t))$ wie folgt ausdrücken:

$$\begin{aligned} V(t+1) - V(t) &= \sum_{i=1}^{d} \lambda_k (S_k(t+1) - S_k(t)) = \sum_{i=1}^{d} \lambda_k \left(e^{Z_k(t+1)} - e^{Z_k(t)}\right) \\ &= \sum_{i=1}^{d} \lambda_k e^{Z_k(t)} \left(e^{Z_k(t+1) - Z_k(t)} - 1\right) \\ &= \sum_{i=1}^{d} \lambda_k S_k(t) \left(e^{X_{\text{log},k}(t+1)} - 1\right) \end{aligned}$$

wobei $Z_k(t) = \log S_k(t)$ und $X_{\text{log},k}(t+1) = Z_k(t+1) - Z_k(t) = \log S_k(t+1) - \log S_k(t) = \log\left(\frac{S_k(t+1)}{S_k(t)}\right)$.

Das heisst, die Wertveränderung des Aktienportfolios lässt sich durch die logarithmischen Renditen ausdrücken.

Die linearisierte Wertveränderung ergibt sich unter Berücksichtigung von $e^x - 1 \approx x$ für kleine x:

$$V(t+1) - V(t) \approx \sum_{i=1}^{d} \lambda_k S_k(t) X_{\text{log},k}(t+1).$$

Die Approximation 2. Ordnung lautet in diesem Fall

$$V(t+1) - V(t) \approx \sum_{i=1}^{d} \lambda_k S_k(t) \left(X_{\text{log},k}(t+1) + \frac{1}{2} X^2_{\text{log},k}(t+1) \right).$$

Jede Wert- oder Preisveränderung kann als einfache oder als stetige Rendite ausgedrückt werden. Die stetige Rendite X_{log} wird durch die Formel

$$X_{\text{rel}} = e^{X_{\text{log}}} - 1$$

in eine relative Rendite überführt. Umgekehrt entspricht der einfachen Rendite X_{rel} die logarithmische Rendite X_{log} gegeben durch

$$X_{\text{log}} = \log(1 + X_{\text{rel}}).$$

Zum Beispiel entspricht eine relative Rendite von 5% einer logarithmischen Rendite von 4.88%. Beide Renditen, ob 5% einfach oder 4.88% stetig, widerspiegeln dieselbe Wertveränderung, lediglich die Art der zugrunde liegenden Verzinsung ist unterschiedlich: einfach (jährlich) im ersten Fall, kontinuierlich im zweiten Fall.

Eine weitere wichtige Eigenschaft logarithmischer Renditen ist, dass sich die logarithmische Rendite über mehrere Perioden als Summe der Renditen der einzelnen Perioden ergibt:

$$X_{\text{log}}(0,T) = \log(Z(T)) - \log(Z(0)) = \sum_{t=1}^{T} X_{\text{log}}(t)$$

Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die für die verschiedenen Risikofaktoren verwendeten Verfahren für die Renditeberechnung. Vergleiche dazu auch die Liste der Risikofaktoren in Kapitel 4 oben.

Kategorie	**Verwendete Methode zur Renditeberechnung**
Zinsen	absolut
Corporate Bond Spreads	absolut
Fremdwährungskurse	logarithmisch
Implizite Volatilität von Währungen	logarithmisch
Aktienkurse	logarithmisch
Implizite Volatilität von Aktienkursen	logarithmisch
Immobilien	logarithmisch
Hedge Funds	logarithmisch
Private Equity	logarithmisch
Beteiligungen	logarithmisch
Implizite Zinsvolatilität	logarithmisch

Tabelle 1: Verwendete Methoden zur Renditeberechnung der Risikofaktoren.

8. Szenarioanalysen

Das beschriebene Delta-Gamma Modell erlaubt, die Wertschwankungen im „Normalfall“ zu modellieren. Die Auswirkungen von Krisenszenarien, welche ausserhalb des Normalbereichs liegen, sind zu analysieren und die Resultate sind bei der Ermittlung des Zielkapitals zu berücksichtigen, siehe Kapitel 2.2 oben.
Dieses Kapitel beschreibt die durch die FINMA vorgegebenen Szenarien. Diese sind durch gesellschaftsspezifische Stressszenarien, welche einen besonders negativen Effekt auf die ökonomische Bilanz der Gesellschaft haben können, zu ergänzen.

Für den Zeitraum vom 01.01.1987 bis zum 28.02.2006 wurden die täglichen Entwicklungen folgender Preise/Kurse analysiert:

- Zinsen für die Märkte CH, EU, USA und UK, separat für die Laufzeitenbänder 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20, 30 Jahre
- *Corporate Bond Spreads:* Moody’s Spreads
- *Fremdwährungskurse:* DEM/CHF , EUR/CHF, USD/CHF, GBP/CHF, JPY/CHF
- *Implizite Volatilität von Währung:* USD / CHF 3 Monate ATM Optionen.
- *Aktienkurse:* DAX Performance Index, MSCI Switzerland, MSCI EMU, MSCI UK, MSCI Japan, MSCI US Index, MSCI Pacific ex Japan, MSCI Small Cap EMU
- *Implizite Volatilität von Aktienkursen:* VIX
- *Immobilienpreise in der Schweiz:* SWX IAZI Investment Real Estate Performance Index, Rüd Blass, WUPIX -A
- *Alternative Investments:* HFR Fund of Hedge Fund Index

Für die Formulierung des Szenarios „Finanzkrise 2008“ wurden zusätzlich der SFSV1010 Index, der implizite Volatilitäten von 10-10 Swaptions in CHF darstellt, und der LPXTR50 Index für Private Equity untersucht.

Folgende Stressszenarios wurden durch diese empirische Analyse bestimmt (Stand 2011, es wurden jeweils Tagesschlusskurse der angegebenen Zeitpunkte verwendet):

- Aktienmarkt crash 1987 (01.10.1987 − 16.11.1987)
- Nikkei crash (29.12.1989 − 15.10.1990)
- Europäische Währungskrise (01.09.1992 − 10.10.1992)
- US Zinskrise (01.02.1994 − 31.12.94)

- Russland Krise / LTCM Crash (01.08.1998 − 30.09.1998)
- Globaler Aktienmarkt Crash 2000/ 2001 (01.10.2000 − 01.10.2001)
- Finanzkrise 2008 (29.12.2007 − 31.12.2008)

Für jede identifizierte Krisenperiode wird für alle Datenreihen der maximale Drawdown (1 – Tiefstkurs/Höchstkurs) ermittelt. Die Veränderung $\Delta\mathrm{RTK}_n$ des RTK unter einem bestimmten Szenario wird aus den Sensitivitätsberechnungen bestimmt. Dazu werden die Sensitivitäten ΔA und ΔL auf der Aktiv- und Passivseite (siehe Anhänge A und B) mit dem Verhältnis von maximalem Drawdown dividiert durch die Risikofaktorauslenkungen der Sensitivitäten multipliziert. Für jedes Szenario wird die Gesamtauswirkung über alle Risikofaktoren ermittelt. Das Resultat fliesst dann gemäss (4) in die Bestimmung des Zielkapitals ein.

Ferner sind im Marktrisikostandardmodell folgende synthetische Szenarien enthalten:

- Equity Drop -60%
- Immobilien Crash (Dieses Szenario enthält seit 2010 keinen Zinsanstieg mehr)

9. Literatur

[1] Asmussen, S. (2007). *Stochastic Simulation*. Springer.

[2] Glasserman, P. (2004). *Monte Carlo Methods in Financial Engineering*. Springer.

[3] Glasserman, P., Heidelberger, P., and Shahabuddin, P. (2000). *Variance Reduction Techniques for Estimating Value-at-Risk*. Management Science, Vol. 46, No. 10.

[4] Mc Neil, A., Frey, R. and Embrechts, P. (2005). *Quantitative Risk Management. Concepts, Techniques and Tools*. Princeton University Press.

Anhang A: Sensitivitäten für ein Delta-Gamma-Verfahren

Sensitivität / Ableitung	Geschätzt durch	Kommentar
$\delta_i = \frac{\partial \mathrm{RTK}}{\partial z_i}$	$\frac{\mathrm{RTK}(\ldots, z_i + h_i, \ldots) - \mathrm{RTK}(\ldots, z_i - h_i, \ldots)}{2h_i}$ $= \frac{s_i^+ - s_i^-}{2h_i}$	Sensitivitäten / Auslenkungen nach oben und unten [analog Delta-Normal Ansatz]. Absolute Auslenkungen h_i bei Zinsen und Credit-Spreads resp. relative Auslenkungen $h_i \mapsto h_i z_i$ sonst, siehe Anhang B.
$\Gamma_{ii} = \frac{\partial^2 \mathrm{RTK}}{\partial z_i^2}$	$\frac{\mathrm{RTK}(\ldots, z_i + h_i, \ldots) - \mathrm{RTK}(\ldots, z_i, \ldots)}{h_i^2}$ $+ \frac{\mathrm{RTK}(\ldots, z_i - h_i, \ldots) - \mathrm{RTK}(\ldots, z_i, \ldots)}{h_i^2}$ $= \frac{s_i^+ + s_i^-}{h_i^2}$	Diagonalelemente der Matrix Γ
$\Gamma_{ik} = \frac{\partial^2 \mathrm{RTK}}{\partial z_i \partial z_k}$ $(i \neq k)$	$\frac{\mathrm{RTK}(\ldots, z_i + h_i, \ldots, z_k + h_k, \ldots) - \mathrm{RTK}(\ldots, z_i + h_i, \ldots, z_k - h_k, \ldots)}{4h_i h_k}$ $+ \frac{\mathrm{RTK}(\ldots, z_i - h_i, \ldots, z_k - h_k, \ldots) - \mathrm{RTK}(\ldots, z_i - h_i, \ldots, z_k + h_k, \ldots)}{4h_i h_k}$	Kreuzterme (Cross-Gamma) der Matrix Γ

Allgemein: $s^+ \stackrel{\text{def}}{=} f(x+h) - f(x) \approx hf'(x) + \frac{1}{2}h^2 f''(x)$; $s^- \stackrel{\text{def}}{=} f(x-h) - f(x) \approx -hf'(x) + \frac{1}{2}h^2 f''(x)$

Daraus folgt: $\frac{s^+ - s^-}{2h} \approx f'(x)$, $\frac{s^+ + s^-}{h^2} \approx f''(x)$.

Einsteinstrasse 2, 3003 Bern
Tel. +41 (0)31 327 91 00, Fax +41 (0)31 327 91 01
www.finma.ch

Anhang B: Input für die Sensitivitäten im Marktrisikomodell für den SST

Wichtiger Hinweis: Die zur Ermittlung der δ- respektive Γ-Sensitivitäten notwendigen Auslenkungen h_i und h_k der Risikofaktoren sind für Zinsen und Credit-Spreads als *absolute Auslenkungen* zu verstehen, siehe Anhang A. Bei allen anderen Risikofaktoren hingegen, für welche stetige bzw. logarithmische Änderungen betrachtet werden, sind die Auslenkungen *relativ* zu verstehen, d.h.:

$$\frac{\mathrm{RTK}(\ldots, z_i + h_i z_i, \ldots) - \mathrm{RTK}(\ldots, z_i - h_i z_i, \ldots)}{2 h_i z_i}$$

Die Auslenkung von ±10% beim Risikofaktor $Z = \log S$ bedeutet somit Folgendes: Es ist der Wert des RTK zu ermitteln, indem $Z = \log S$ einmal durch $Z + 0.1 \cdot Z = \log S + 0.1 \cdot \log S = 1.1 \cdot \log S = \log S^{1.1}$ ersetzt wird, respektive durch $Z - 0.1 \cdot Z = \log S - 0.1 \cdot \log S = 0.9 \cdot \log S = \log S^{0.9}$. Die Differenz ist dann durch $2 \cdot 10\% \cdot \log S$ zu dividieren.

Die Sensitivitäten müssen *alle* Bilanz-Positionen umfassen. Der Input der Sensitivitäten erfolgt für Aktiven und Passiven getrennt.

Aktiven
Umfasst Sensitivitäten

- aller Aktiven,
- aller in Aktiven eingebetteten Derivate (bspw. Optionen in Wandelanleihen oder in strukturierten Produkten)
- aller Finanzderivate (bspw. Optionen auf Aktientiteln/Aktienindizes, Index-Futures, Zinsswaps, Caps/Floors, FX-Forwards, FX-Swaps, Currency-Swaps).

Passiven
Umfasst Sensitivitäten

- aller Passiven,
- aller in Passiven eingebettete Optionen und Garantien (bspw. Mindestzinsgarantien)

Optionen und eingebettete Garantien
Die Sensitivitäten aus Derivaten und eingebetteten Derivaten sind im Spreadsheet nicht separat zu erfassen, müssen der FINMA aber im Bericht separat ausgewiesen werden (getrennt für Finanzderivate, eingebettete Derivate in Aktiven, eingebettete Derivate in Passiven).
Sind die Derivatpositionen substanziell, so kann das Standard-Marktrisiko-Modell aufgrund der quadratischen Approximation (bzw. linearen Approximation im Falle des vereinfachten Ansatzes) nicht angebracht sein; in diesem Fall muss ein internes Modell verwendet werden.

Unit Linked und Separate Accounts
Sensitivitäten für Kapitalanlagen aus Unit Linked und Separate Accounts sind für Aktiven und Passiven zu rapportieren, es sei denn, es kann klar nachgewiesen werden, dass sie perfekt identisch sind.

Berechnung des Zinsrisikos (für alle Währungen gültig)
Grundsätzlich wird die Laufzeit eines Cash Flows auf das nächste ganze Jahr aufgerundet. Zum Beispiel wird der Barwert eines Cash Flows, der nach 2.3 Jahren anfällt, mit dem Zinssatz für 3 Jahre und einer fiktiven Laufzeit von 3 Jahren berechnet.

Bezeichnung	Auslen-kung h_i	Bedeutung	Ermittlung der Sensitivität	Zu berücksichtigende Positionen
Risikoloser Zins (CHF; EUR; USD; GBP) **1. Jahr**	± 100 bps	Barwerteffekt einer Änderung der Zinskurve (Diskontkurve) im Bereich 0 – 1.0 Jahr.	Neubewertung der zinssensitiven Positionen mit einer Zinskurve, welche im Bereich von 0 bis 1.0 Jahren um 100bp höher (tiefer) ist als die Ausgangskurve, d.h. die Ausgangskurve wird im Bereich 0 – 1.00 Jahre um 100 bp parallel angehoben (gesenkt). Dies gilt für alle Diskontkurven – nicht nur für die risikolose. Erfolgt die Bewertung gewisser Assets durch Diskontierung mit einem Instrumenten-spezifischen Yield (bspw. Bewertung einer Unternehmensanleihe), so wird der Renditeaufschlag (credit spread) bezüglich dem risikolosen Zinssatz bestimmt und dann mit dem um 100bp erhöhten risikolosen Zinssatz plus Credit Spread diskontiert und das Resultat dem 1 Jahres Zeitband zugeordnet.	Alle zinssensitiven Positionen, wie etwa • Obligationen • Wandelanleihen • Kredite • Darlehen • Hypotheken • Verpflichtungen • Zinsgarantien • Zinsswaps • Caps/Floors • FX-Forwards • FX-Swaps Immobilien sind für diesen Risikofaktor nicht zu berücksichtigen.
Risikoloser Zins (CHF; EUR; USD; GBP) **2. Jahr**	± 100 bps	Barwerteffekt einer Änderung der Zinskurve (Diskontkurve) im Bereich 1.01 – 2.0 Jahre.	Analog zu „Risikoloser Zins 1. Jahr“	

Bezeichnung	Auslen-kung h_i	Bedeutung	Ermittlung der Sensitivität	Zu berücksichtigende Positionen
Risikoloser Zins (CHF; EUR; USD; GBP) **3. Jahr**	± 100 bps	Barwerteffekt einer Ände-rung der Zinskurve (Dis-kontkurve) im Bereich 2.01– 3.0 Jahre.		
Risikoloser Zins (CHF; EUR; USD; GBP) **4. Jahr**	± 100 bps	Barwerteffekt einer Ände-rung der Zinskurve (Dis-kontkurve) im Bereich 3.01 – 4.0 Jahre.		
Risikoloser Zins (CHF; EUR; USD; GBP) **5. Jahr**	± 100 bps	Barwerteffekt einer Ände-rung der Zinskurve (Dis-kontkurve) im Bereich 4.01 – 5.0 Jahre.		
Risikoloser Zins (CHF; EUR; USD; GBP) **6. Jahr**	± 100 bps	Barwerteffekt einer Ände-rung der Zinskurve (Dis-kontkurve) im Bereich 5.01 – 6.0 Jahre.		
Risikoloser Zins (CHF; EUR; USD; GBP) **7. Jahr**	± 100 bps	Barwerteffekt einer Ände-rung der Zinskurve (Dis-kontkurve) im Bereich 6.01 – 7 Jahre.		
Risikoloser Zins (CHF; EUR; USD; GBP) **8. Jahr**	± 100 bps	Barwerteffekt einer Ände-rung der Zinskurve (Dis-kontkurve) im Bereich 7.01 – 8 Jahre.		
Risikoloser Zins (CHF; EUR; USD; GBP) **9. Jahr**	± 100 bps	Barwerteffekt einer Ände-rung der Zinskurve (Dis-kontkurve) im Bereich 8.01 – 9 Jahre.		

Bezeichnung	Auslen-kung h_i	Bedeutung	Ermittlung der Sensitivität	Zu berücksichtigende Positionen
Risikoloser Zins (CHF; EUR; USD; GBP) **10. Jahr**	± 100 bps	Barwerteffekt einer Änderung der Zinskurve (Diskontkurve) im Bereich 9.01 – 12 Jahre.		
Risikoloser Zins (CHF; EUR; USD; GBP) **15. Jahr**	± 100 bps	Barwerteffekt einer Änderung der Zinskurve (Diskontkurve) im Bereich 12.01 – 17 Jahre.		
Risikoloser Zins (CHF; EUR; USD; GBP) **20. Jahr**	± 100 bps	Barwerteffekt einer Änderung der Zinskurve (Diskontkurve) im Bereich 17.01 – 24 Jahre.		
Risikoloser Zins (CHF; EUR; USD; GBP) **30. Jahr**	± 100 bps	Barwerteffekt einer Änderung der Zinskurve (Diskontkurve) im Bereich 24.01 - 50 Jahre.		
Änderung Zinsvolatilität (implizite Volatilität)	± 10% (relativ)	Wertveränderung von (eingebetteten) Optionen auf Zinsen / Zinsinstrumente bei einer Zu- resp. Abnahme der impliziten Volatilität um 10%.	Änderung der Volatilität um 10 %.	Optionen auf alle zinssensitiven Positionen, wie etwa • Obligationen • Hypotheken • Zinsswaps • Forwards Spezifische oder eingebettete Zinsoptionen: • Caps / Floors (caplet / floorlet) • Collars

Bezeichnung	Auslen-kung h_i	Bedeutung	Ermittlung der Sensitivität	Zu berücksichtigende Positionen
Änderung Credit-Spread	± 100 bps	Barwerteffekt einer Änderung der Credit-Spreads (Differenz zwischen Zinsen für kreditrisikobehafteten Anlagen und kreditrisikofreien Anlagen) um 100 bp.	Barwertänderung, welche durch eine Parallelverschiebung der Zinskurve (Diskontierungskurve) um 100 bp entsteht. Erfolgt die Bewertung gewisser kreditrisikobehafteter Anlagen durch Diskontierung mit einem Instrumenten-spezifischen Yield (bspw. Bewertung einer Unternehmensanleihe), so ist die Wertänderung bei einer Erhöhung / Reduktion des Yields um 100 bp zu messen.	Das Spreadrisiko bezieht sich auf Zinsinstrumente, deren Werte auf Änderungen von Credit Spreads reagieren. Spreadrisiken sind grundsätzlich für alle mit einem Gegenparteirisiko behafteten Positionen relevant. Ausgenommen sind Staatsschuldpapiere und entsprechende Derivate[8] in einer durch den jeweiligen Staat selbst kontrollierbaren Währung. Dies betrifft beispielsweise schweizerische Bundesobligationen und Staatsanleihen der Vereinigten Staaten, nicht aber solche aus den Ländern des Euro-Raums. Zu berücksichtigen sind alle Forderungen aus Kreditderivaten und kreditrisikobehaftete Forderungen aus impliziten Optionen (eingebettet in handelbaren, liquiden Finanzinstrumenten). Bei Instrumenten ohne offizielles Rating kann das Rating einer Bank herangezogen werden. Es können auch interne Ratings des Versicherers verwendet werden, wenn diese auf einem soliden Ratingverfahren gemäss Basel II (IRB) Minimum-Vorschriften basieren und von der FINMA genehmigt sind.

[8] Zu berücksichtigen bleibt jedoch ein allfälliges Spreadrisiko des Emittenten eines solchen Derivats (z.B. einer Bank, die Optionen auf US-Staatsanleihen emittiert).

Bezeichnung	Auslen-kung h_i	Bedeutung	Ermittlung der Sensitivität	Zu berücksichtigende Positionen
				Als Proxies werden Moody's Spreads gewählt. Es gibt Ratingunterteilungen in Aaa, Aa, A, Baa. Bei Exposures mit einem Rating schlechter BBB ist ein zusätzlicher geeigneter Risikofaktor zu wählen (High Yield Index).
FX EUR/CHF	± 10%	Barwerteffekt einer Ände-rung des EUR/CHF-Wechselkurses um ±10 %.	Neubewertung aller Positionen mit einem EUR/CHF Kurs, der um 10% über / unter dem Ausgangskurs liegt.	Alle Positionen und Derivate, die eine EUR-Komponente enthalten (also bspw. der EUR-Leg eines EUR / GBP Swaps)
FX USD/CHF	± 10%	Barwerteffekt einer Ände-rung des USD/CHF Wechselkurses um ±10%.	Analog zu „FX EUR/CHF"	Analog zu „FX EUR/CHF"
FX GBP/CHF	± 10%	Barwerteffekt einer Ände-rung des GBP/CHF Wechselkurses um ±10%.		
FX JPY/CHF	± 10%	Barwerteffekt einer Ände-rung des JPY/CHF Wech-selkurses um ±10%.		
FX-Volatilität	± 10% (relativ)	Barwerteffekt von (einge-betteten) Optionen auf Fremdwährungskurse bei einer Änderung der impli-ziten Volatilität um ±10%.	Neubewertung der Positionen bei 10% Änderung des Indexes der Volatilität.	Alle Optionen, die Wechselkurse als Un-derlying haben.
Aktien	± 10%	Barwerteffekt einer Ände-rung der Aktienkurse um	Neubewertung der Positionen bei 10% Änderung der Aktien-	Alle Positionen, welche gegenüber ein-zelnen Aktienkursen, resp. Aktienindizes,

Bezeichnung	Auslen-kung h_i	Bedeutung	Ermittlung der Sensitivität	Zu berücksichtigende Positionen
MSCI CH **MSCI EMU** **MSCI US** **MSCI UK** **MSCI JP** **MSCI Asia ex Japan** **MSCII EMU SmallCap**		±10%.	/Indexkurse.	sensitiv sind. Zu berücksichtigen sind, neben Derivaten, auch eingebettete Optionen (bspw. in Wandelanleihen). Der Effekt auf Positionen in eigenen Aktientiteln ist nicht zu berücksichtigen, wohl aber der Effekt auf Derivaten, die auf eigene Titel lauten (bspw. Lepos). Ebenso sind Beteiligungen nicht zu berücksichtigen.
Aktienmarkt Volatilität	± 10% (relativ)	Barwerteffekt von (eingebetteten) Optionen auf Aktien / Aktienindizes bei einer Änderung der impliziten Volatilität um ±10%.	Neubewertung der Positionen bei 10% Änderung den Indexkurse.	Alle Optionen, die Aktien als Underlying haben.
Immobilienindex: **IAZI**	± 10%	Barwerteffekt einer Änderung des Immobilienindexes um ±10%	Neubewertung der Positionen bei 10% Änderung der Immobilienpreise.	Direktinvestitionen in: • Wohn-Immobilien • Gemischte Immobilien mit weniger als 50% Geschäftsanteil • obige Anlagen im Bau.

Bezeichnung	Auslen-kung h_i	Bedeutung	Ermittlung der Sensitivität	Zu berücksichtigende Positionen
Immobilienindex: **Commercial Direkt**	± 10%	Barwerteffekt einer Änderung des Immobilienindexes um ±10%	Neubewertung der Positionen bei 10% Änderung der Immobilienpreise.	• Geschäftsimmobilien (Direktinvestition oder selbst genutzte Objekte), • Gemischte Immobilien mit mehr als 50% Geschäftsanteil, • Obige Anlagen im Bau.
Immobilienindex: **Rüd Blass**	± 10%	Barwerteffekt einer Änderung des Immobilienfondskurses um ±10%.	Neubewertung der Positionen bei 10% Änderung der Kurse der Immobiliengesellschaften.	Börsengehandelte Immobilienfonds
Immobilienindex: **Wupix A**	± 10%	Barwerteffekt einer Änderung der Immobiliengesellschaften um ±10%.	Neubewertung der Positionen bei 10% Änderung der Kurse der Immobiliengesellschaften.	Börsengehandelte Immobiliengesellschaften

Bezeichnung	Auslen-kung h_i	Bedeutung	Ermittlung der Sensitivität	Zu berücksichtigende Positionen
Hedge Funds	± 10%	Barwerteffekt einer Änderung der Indices um ±10%.	Neubewertung der Positionen bei 10% Änderung des Indexstandes.	Alle Anlagen, welche Engagements in Hedge Funds darstellen, insbesondere • Hedge Funds (Direktanlage) • Funds of Hedge Funds
Private Equity	± 10%	Barwerteffekt einer Änderung um ±10% der als „Private Equity“ geltenden Anlagen.	Neubewertung der Positionen bei 10% Änderung der Kurse der Anlage.	Alle Anlagen, welche Engagements in Private Equity darstellen, insbesondere • Private Equity Funds • Private Equity Gesellschaften (Unternehmensbeteiligung)
Beteiligungen	± 10%	Barwerteffekt einer Änderung der Beteiligungswerte um ±10%.	Neubewertung der Positionen bei 10% Änderung der Kurse der Beteiligung.	Beteiligungen: • Jede Direktanlage (ohne Immobilien, Private Equity, Partizipations- und Genussscheine), bei der kein look-through angezeigt ist; • Fonds mit Anlagen in Gesellschaften.

Anhang C: Beschreibung der Bloomberg Indices

Risikofaktor		Bloomberg Code	Frequenz	Startdatum
Zero Rates CHF	1J	I08201Y Index	Täglich	1995
	2J	I08202Y Index		
	3J	I08203Y Index		
	4J	I08204Y Index		
	5J	I08205Y Index		
	6J	I08206Y Index		
	7J	I08207Y Index		
	8J	I08208Y Index		
	9J	I08209Y Index		
	10J	I08210Y Index		
	15J	I08215Y Index		
	20J	I08220Y Index		
	30J	I08230Y Index		
Zero Rates EUR	1J	I01301Y Index	Täglich	1995
	2J	I01302Y Index		
	3J	I01303Y Index		
	4J	I01304Y Index		
	5J	I01305Y Index		
	6J	I01306Y Index		
	7J	I01307Y Index		
	8J	I01308Y Index		
	9J	I01309Y Index		
	10J	I01310Y Index		
	15J	I01315Y Index		
	20J	I01320Y Index		
	30J	I01330Y Index		

Risikofaktor		Bloomberg Code	Frequenz	Startdatum
Zero Rates USD	1J	I02501Y Index	Täglich	1995
	2J	I02502Y Index		
	3J	I02503Y Index		
	4J	I02504Y Index		
	5J	I02505Y Index		
	6J	I02506Y Index		
	7J	I02507Y Index		
	8J	I02508Y Index		
	9J	I01309Y Index		
	10J	I02510Y Index		
	15J	I02515Y Index		
	20J	I02520Y Index		
	30J	I02530Y Index		
Zero Rates GBP	1J	I02201Y Index	Täglich	1995
	2J	I02202Y Index		
	3J	I02203Y Index		
	4J	I02204Y Index		
	5J	I02205Y Index		
	6J	I02206Y Index		
	7J	I02207Y Index		
	8J	I02208Y Index		
	9J	I02209Y Index		
	10J	I02210Y Index		
	15J	I02215Y Index		
	20J	I02220Y Index		
	30J	I02230Y Index		

Risikofaktor		Bloomberg Code	Frequenz	Startdatum
Moody's Credit Spreads	Moody's Index minus 30 Jährige US-Staatsanleihe (Treasury)	MOODCAAA Index - GT30 GOVT, MOODCAA Index - GT30 GOVT, MOODCA Index - GT30 GOVT, MOODCBAA Index - GT30 GOVT	Täglich	AAA und BBB ab 1983 Rest ab 24.12.1992
Währungen	EUR/CHF USD/CHF GPB/CHF JPY/CHF	SFEC Curncy SFUS Curncy SFBP Curncy SFJY Curncy	Täglich	1980
FX Volatilität	USD/CHF 3 Monate ATM Optionen	USDCHFV3M Curncy	Täglich	April 1995
Equity [MSCI Total Return Indic-es]	Switzerland EMU USA United Kingdom Japan Pacific ex Japan Small Cap EMU	GDDLSZ Index GDDLEMU Index GDDLUS Index GDDLUK Index GDDLJN Index GDDLP Index MXEMSC Index	Monatlich	1970
Aktien Index Implied Vola-tility	VIX	VIX Index	Täglich	1994
Immobilien	• SWX IAZI Investment Real Estate Perfor-mance Index • Rüd Blass Immobilie-nindex	• IREALC Index • SWFIEWN Index	Quartal Monatlich	1986 1990, ab 31.07.2002 täglich

	• Wüest & Partner: WUPIX A	• Keine (www.wuestundpartner.com)	Monatlich	1997

Hinweise:

- Die hier angegeben Frequenzen und Startdaten beziehen sich auf die Verfügbarkeit und nicht auf deren Verwendung. Für die Schätzung der Korrelationsmatrix und der Volatilitäten werden im Standardmodell, ausser für den IAZI-Index, Daten mit monatlicher Frequenz verwendet. Die verwendete Historie beträgt 10 Jahre. Bei monatlicher Frequenz sind in Bloomberg teilweise Monatsmittelwerte publiziert. Es ist sicher-zustellen, dass die Monatsendwerte verwendet werden.

- Moody’s stellt tägliche und monatliche Zeitreihen für Renditen auf Unternehmungsanleihen in den USA für verschiedene Ratingklassen zur Verfügung. Moody’s berechnet die Renditen der Unternehmensanleihen auf Portfolios mit einer Restlaufzeit von 30 Jahren. Somit wurden die Renditen von Staatsanleihen mit 30 Jahren Restlaufzeit verwendet. Bei monatlicher Frequenz entsprechen die Bloomberg Daten für die Moody's Indizes nicht den Monatsendwerten, sondern den Monatsdurchschnittswerten. Deshalb wurde für die Berechnung tägliche Werte verwendet, aus denen der letzte Wert jedes Monats ermittelt wurde, von dem der entsprechende Government Yield subtrahiert wurde.