

Richtlinie zur marktnahen Bewertung und Modellierung von Optionen und Garantien im Rahmen des Schweizer Solvenztestes

Version 1.0 Juli 2006

1 Einführung

In Versicherungsverträgen eingebettete Optionen und Garantien beeinflussen das risikotragende Kapital wie auch das Zielkapital. Diese Richtlinie gibt Hilfestellung bei der Bewertung respektive Modellierung von Optionen und Garantien, die in Versicherungsprodukten eingebettet sind. Eingebettete Optionen lassen sich unterteilen in Versicherten- und Versichereroptionen. Das Risikoprofil von Optionen reicht von solchen mit geringen Finanzrisiken (Beispiel Nachversicherungsgarantie) bis hin zu solchen mit ausgeprägten finanziellen Risiken wie zum Beispiel der

- Rückkaufsoption (Einzelversicherung und berufliche Vorsorge) oder der
- Kapitalwahloption.

Diese Richtlinie befasst sich hauptsächlich mit der Behandlung von Optionen mit erheblichen Finanzmarktrisiken; versicherungstechnische Optionen werden in dieser Richtlinie nicht explizit behandelt.

Beispiele für Versichereroptionen sind die Möglichkeit des Versicherungsunternehmens unter bestimmten Bedingungen im Rahmen der Vertragsbestimmungen Leistungen anzupassen oder die Möglichkeit, Überschüsse zu ändern.

Als wichtiges Beispiel einer Garantie sei die Erlebensfallgarantie bei anteilgebundenen Verträgen (unit-linked Produkte) erwähnt.

Von der Versicherungsunternehmung wird bei der Bewertung und Modellierung von Optionen und Garantien folgendes verlangt:

- Realismus bei der Wahl der Modellparameter;
- Konsistenz zwischen der Bewertung (d.h. der Bestimmung des risikotragenden Kapitals) und der Risikoquantifizierung für das Zielkapital;
- Nachweis, dass Vereinfachungen bei den Berechnungen zu konservativeren Ergebnissen führen als eine genauere, marktkonsistente Modellierung.

Bei allen Diskussionen um die Bewertung und Modellierung von Optionen ist von der Definition des SST Glossars auszugehen:

Best estimate values are unbiased (neither optimistic nor pessimistic nor conservative) estimates generated by scientific models which employ the most recent and accurate actuarial and financial market information. Best estimate values are without any (safety) margins whatsoever.

Best estimate values are used for the projection of future insurance liability cash flows. These cash flows must then be discounted with the risk-free yield curve.

This principle applies to both deterministic obligations as well as to variable future payments (bonus payments) conditional on future return assumptions.

We define best estimate mathematically as the expectation, taking into account all insurance and market information.

Diese Definition impliziert insbesondere, dass die Bewertung realistisch erfolgen soll.

2 Allgemeine Prinzipien

2.1 Das SST Standardmodell für Lebensversicherungs-Gesellschaften

Das Zielkapital im SST ist definiert als die Summe der Market Value Margin (MVM oder Mindestbetrag) und des 1-Jahres Risikokapitals (ES). Das 1-Jahres Risikokapital ist wiederum definiert als der Expected Shortfall der Änderung des risikotragenden Kapitals (RTK) innerhalb eines Jahres auf dem 99% Konfidenzniveau.

Das SST Standardmodell für Lebensversicherer geht von einer Reihe von vereinfachenden Annahmen aus. Diese sind:

- Eine reine Stichtagsbetrachtung des RTK am Beginn des Jahres;
- Die Änderung des RTK ist linear in den Änderungen der Risikofaktoren;
- Die Risikofaktoren sind multivariat normalverteilt.

Ein Versicherungsunternehmen darf das Standardmodell nur dann verwenden, wenn es die Risikosituation des Unternehmens hinreichend gut abbildet. Ist dies nicht der Fall, so ist das Standardmodell entweder geeignet anzupassen oder es sind eigene interne Modelle zu verwenden. Für Lebensversicherungsunternehmen ist dies zum Beispiel dann der Fall, wenn der Zusammenhang zwischen dem risikotragenden Kapital und den Risikofaktoren nachweislich nichtlinear ist. Ursache dafür kann ein signifikanter Anteil von Optionen und Garantien in den Versicherungsprodukten sein.

2.2 Einbezug von Versicherten- und Versichereroptionen

Versicherungspolicen können sowohl Versicherten- wie auch Versichereroptionen enthalten. Beispiele für Optionen des Versicherten sind die Rückkaufsoption oder die Kapitalwahloption.

Es ist wichtig, dass Versicherten- und Versichereroptionen konsistent in die Berechnungen miteinbezogen werden. Das bedeutet, dass sowohl das Versichertenverhalten wie auch das Versichererverhalten realistisch modelliert werden müssen.

Eine wichtige Versichereroption ist die Möglichkeit, im Rahmen der Vertragsbestimmungen Leistungen anzupassen und auf diese Weise eine Erhöhung des RTK am Ende des Jahres zu erreichen. Diese Option darf bei der Berechnung des risikotragenden Kapitals berücksichtigt werden. Es muss aber angenommen werden, dass diese Option realistisch ausgeübt wird und gemäss den Bedingungen der Vertragsänderungsoption modelliert wird. Realistisch heisst in diesem Zusammenhang, dass man historische Daten in die Berechnung einbeziehen soll. Es heisst aber nicht, dass man alleine das in der Vergangenheit beobachtete Verhalten verwenden soll. Historische Daten sind zu ergänzen mit mathematischen Modellen, welche die Teile des Parameterraums abdecken, für welche historische Daten nicht vorhanden sind, oder für welche die historische Erfahrung nicht mehr relevant ist.

Für den SST dürfen nicht zugewiesene Überschüsse als risikotragend betrachtet werden, falls diese bei einer finanziellen Notlage des Versicherungsunternehmens nicht an die Versicherten weitergegeben werden müssen, sondern zur Aufrechterhaltung der ökonomischen Solvenz verwendet werden dürfen.

2.3 Konsistenz zwischen der Bewertung und der Risikoquantifizierung

Grundsätzlich gilt beim SST, dass sowohl die Bewertung (d.h. die Bestimmung des RTK) als auch die Quantifizierung der Risiken, d.h. die Berechnung des Zielkapitals, methodologisch konsistent erfolgen soll. In der praktischen Durchführung sind Vereinfachungen zulässig. Diese sind aber stets mit der theoretisch richtigen Methodik zu vergleichen und sollten konservativer sein. Es ist die Aufgabe des Versicherungsunternehmens, diesen Vergleich gegenüber der korrekten Berechnung zu machen.

2.4 Kaskade der Bewertungs- und Risikomessmethoden

Es gibt eine Hierarchie von Möglichkeiten, die Bewertung und die Risikoberechnung von Versicherten- und Versichereroptionen vorzunehmen. Diese Hierarchie reicht von theoretisch korrekt bis zu vereinfacht, wobei die Vereinfachungen konservativer sein sollen, sowohl was die Bestimmung des risikotragenden Kapitals wie auch des Zielkapitals betrifft.

Im Folgenden sind einige Möglichkeiten aufgezeigt, wie die Berechnungen vorgenommen werden können.

3 Mögliche Bewertungs- und Modellierungsmöglichkeiten

3.1 Vollständiger Simulationsansatz

a) Bewertung. Die Bestimmung des Best Estimate der Verpflichtungen zum Bewertungszeitpunkt ($t = 0$) erfolgt mit Hilfe von marktkonsistenten Szenarien. Ein solches Szenario soll dabei in konsistenter Weise die zukünftige Entwicklung sowohl der Finanz- wie auch der biometrischen Risikofaktoren beschreiben, d.h. es müssen alle relevanten Risikofaktoren, denen das Versicherungsunternehmen ausgesetzt ist, durch die Szenarien abgebildet werden. Die Finanzmarktszenarien für sich alleine betrachtet sollen dabei so gewählt werden, dass sie – angewendet auf gehandelte Anlageinstrumente (Obligationen, Derivate etc.) – die beobachteten Marktpreise ergeben. Die Szenarien sind risikoneutral dort, wo sie Zustände beschreiben, welche durch Finanzinstrumente repliziert werden können, physikalisch dort, wo sie nicht repliziert werden können. Dadurch erhält man den marktnahen Wert der Anlagen wie auch der Verpflichtungen und somit das RTK zum Zeitpunkt $t = 0$ ($RTK(0)$).

b) Risikoquantifizierung. Die möglichen Zustände der Welt in einem Jahr werden mit physikalischen Szenarien (s_1, \dots, s_n) generiert. Für jeden dieser möglichen Zustände $j = 1, \dots, n$ zum Zeitpunkt $t = 1$ werden wiederum marktkonsistente Szenarien generiert. Diese erlauben die Bestimmung des RTK zum Zeitpunkt $t = 1$, gegeben die Welt ist im Zustand s_j . Man erhält also ein mögliches $RTK_j(1)$ ¹ diskontiert auf den Zeitpunkt 0. Die Änderung des RTK innerhalb eines Jahres wird so für $j = 1, \dots, n$ simuliert und ist gleich $RTK_j(1) - RTK(0)$. Daraus ergibt sich die empirische Wahrscheinlichkeitsverteilung für $RTK(1) - RTK(0)$. Der Expected Shortfall der Änderung des risikotragenden Kapitals lässt sich daraus numerisch bestimmen.

¹ $RTK_j(t)$ entspricht dem auf den Zeitpunkt 0 diskontierten RTK zum Zeitpunkt t .

c) Anwendungsbereich. Mit dieser Methode können theoretisch alle Optionen und Garantien behandelt werden. Es müssen genügend Szenarien generiert werden, so dass der gesamte Ereignisraum abgedeckt ist und die Bewertung und Risikoquantifizierung stabil sind.

3.2 Erste Stufe der Vereinfachung

a) Bewertung

Es wird wie im Standardmodell des SST eine Stichtagsbetrachtung des RTK am Beginn des Jahres vorgenommen. Die Bewertung erfolgt mit Hilfe eines Valuation Portfolios.

Valuation Portfolio

Ausgehend von n Szenarien werden n Zahlungsströme generiert. Wiederum soll ein solches Szenario in konsistenter Weise die zukünftige Entwicklung sowohl der Finanz- wie auch der biometrischen Risikofaktoren beschreiben. Die Finanzmarktszenarien sind analog zum vollständigen Simulationsansatz zu wählen.

Alle n Zahlungsströme sollen nun durch eine Menge von Finanzinstrumenten repliziert werden, und zwar so, dass diese Finanzinstrumente die Zahlungsströme möglichst gut abbilden. Möglichst gut heisst hier, dass die Abweichungen der n Zahlungsströme zu den aus dem replizierenden Portfolio hervorgehenden Zahlungsströmen minimiert wird. Ein Portfolio von Finanzinstrumenten, das einen Zahlungsstrom repliziert, nennt man „Valuation Portfolio“. Bei dieser Stufe der Vereinfachung wird also nicht der erwartete Cash Flow durch ein Valuation Portfolio repliziert, sondern ein Valuation Portfolio bestimmt, welches gleichzeitig alle n Cash Flows möglichst gut repliziert.

Bei der Zusammensetzung des Valuation Portfolios ist zu beachten, dass so weit wie möglich gehandelte Instrumente verwendet werden, für welche ein Marktpreis existiert. Im Allgemeinen können die Cash Flows nicht perfekt durch das Valuation Portfolio repliziert werden. Zum Zwecke der Bewertung und der Risikoquantifikation kann man den Raum der gehandelten Finanzinstrumente erweitern, so dass die Finanzmarktrisiken der Cash Flows abgebildet werden. Dies kann nötig sein, wenn die Laufzeit der Cash Flows z.B. länger ist als die Duration von gehandelten Optionen oder Bonds. In diesem Fall ist der Preis der ‚virtuellen‘ Finanzinstrumente gemäss anerkannten finanztheoretischen Modellen zu ermitteln welche geeignet parametrisiert sind. Die Parameter sind so zu wählen, dass das Modellrisiko abgedeckt ist. So ist z.B. die implizite Volatilität einer Option mit langer Laufzeit zu wählen, indem die beobachteten impliziten Volatilitäten von gehandelten Optionen entsprechend auf die längere Laufzeit projiziert werden.

b) Risikoquantifizierung. Das Valuation Portfolio erlaubt eine effiziente Bestimmung der Verteilung der Aenderung des RTK bei gegebener gemeinsamer Verteilung der Risikofaktoren. Das eventuell verbleibende Basisrisiko – hauptsächlich bestehend aus versicherungstechnische Risiken - ist geeignet in die Bestimmung des benötigten Kapitals für das 1 Jahres Risikokapital einzubeziehen.

c) Anwendungsbereich. Mit dieser Methode können theoretisch alle Optionen und Garantien behandelt werden:

3.3 Zweite Stufe der Vereinfachung

Sie entspricht einer Reparametrisierung des Standardmodells.

a) Bewertung. Es kann ein einziges Szenario generiert werden. Dieses soll in konsistenter Weise die zukünftige Entwicklung sowohl der Finanz- wie auch der biometrischen Risikofaktoren beschreiben (best estimate). Diesem Szenario entspricht ein Zahlungsstrom, dessen Barwert gleich dem marktkonsistenten Wert der Verpflichtungen ist.

b) Risikoquantifizierung. Der Nichtlinearität in der Änderung des RTK bezüglich der Risikofaktoren kann durch eine geeignete Re-Parametrisierung der vorgegebenen Volatilitäten und Korrelationen in den Risikofaktoränderungen Rechnung getragen. Die neuen Parameter sind dabei so zu wählen, dass das resultierende Zielkapital stets grösser ist als mit den entsprechenden best estimate Schätzwerten. Dabei ist insbesondere sicherzustellen, dass die Korrelationsmatrizen auch nach der Re-Parametrisierung stets positiv (semi-) definit sind.

d) Anwendungsbereich. Mit dieser Methode können auch alle Optionen und Garantien behandelt werden, solange gezeigt werden kann, dass dieser Ansatz tatsächlich konservativ ist.

4 Explizite Bewertung einzelner Optionen

Eine explizite Bewertung einzelner Optionen ist für den SST im allgemeinen nicht notwendig. Hingegen kann es bei einzelnen Optionen sinnvoll sein, diese explizit zu bewerten, sei dies unter finanzrationalen und realistischen Annahmen.

Für den Verantwortlichen Aktuar ist dies eine wichtige Information für die Risikoanalyse wie auch für die Reservierung.

5 Ergänzende Bemerkungen zu einzelnen Optionen

5.1 Anteilgebundene Verträge (unit-linked Produkte)

Der Unterschied zwischen traditionellen und fondsgebundenen Lebensversicherungen besteht darin, dass gewisse Zahlungsströme bei den fondsgebundenen Versicherungen an den Wert der Anteile an Investment Fonds gekoppelt sind. Viele Produkte sind zusätzlich mit impliziten Optionen versehen, sodass für gewisse Leistungen Mindestgarantien vorgesehen sind.

Die häufigsten Optionen und Garantien umfassen:

- garantierte Mindest- Ablaufleistung,
- garantierte Mindest- Todesfalleistung,
- garantierte Mindestrente bei fondsgebundenen Leibrenten.

a) Modellierung der Fondsentwicklung

Bei fondsgebundenen Versicherungen wird die Sparprämie in Anlagepläne investiert, die normalerweise aus mehreren Fonds bestehen, denen wiederum verschiedene Anlagekategorien zugrunde liegen. Idealerweise sollte die Fondsentwicklung auf die dem Fonds zugrunde liegenden Anlageklassen zurückführen, die als stochastische Prozesse mit Hilfe von anerkannten finanzmathematischen Modellen modelliert werden können. Vereinfachend kann die Anlage als eine Benchmark modelliert werden. Dabei ist es wichtig, die fondsspezifischen Kosten wie die Verwaltungsgebühren, korrekt zu berücksichtigen.

b) Bewertung der fondsgebundenen Verträge

Viele Produkte beinhalten nur wenige Garantien, die leicht vom Basisprodukt separiert werden können, dh. das Produkt kann getrennt werden in den Teil ohne jegliche Garantien und die betrachtete Garantien, die im finanzmathematischen Sinne eine Option darstellt. Der marktkonsistente Wert eines Vertrags kann somit berechnet werden als Summe der marktkonsistenten Werte der beiden Teile:

- Der marktkonsistente Wert des Vertrags ohne jegliche Garantien lässt sich mit Hilfe von deterministischen cash flow Projektionen ermitteln, indem die Fondsentwicklung mit den risikolosen Forwardsätzen modelliert wird und die Diskontierung mit der risikolosen Zinskurve erfolgt. Die Risikoquantifizierung erfolgt mit der Berechnung der ersten partiellen Ableitung des marktkonsistenten Wertes bzgl der verschiedenen Risikofaktoren (Zweite Stufe der Vereinfachung)
- Für die Bewertung der Option kann ein vollständiger Simulationsansatz gewählt werden. In vielen Fällen ist es auch möglich, geschlossene (Approximations-) Formeln aus anerkannten finanzmathematischen Modellen zu verwenden. Die Risikoquantifizierung erfolgt entweder mit einer vollständigen Monte Carlo Simulation oder mit einer Bestimmung der Sensitivitäten des Valuation Portfolios bezüglich der Marktrisikofaktoren (Erste Stufe der Vereinfachung).

Wenn die Option nicht von den übrigen Zahlungsströmen isoliert werden kann, muss in der Regel ein vollständiger Monte Carlo Simulationsansatz gewählt werden.

Beispiele:

Gemischte fondsgebundene Lebensversicherung mit Mindestgarantien im Todes- und Erlebensfall:

Wenn der Sparprozess nicht vom Risikoprozess beeinflusst wird, kann der Vertrag zerlegt werden in den Vertrag ohne Garantie und eine Serie aus Put-Optionen im Todes- und Erlebensfall.

Gemischte fondsgebundene Lebensversicherung mit garantierter Mindest-Todesfalleistung:

Wenn die Risikoprämien periodengerecht verrechnet werden und die Todesfallgarantie erlischt, wenn das Fondsvermögen ausgeschöpft wird, kann der deterministische cash flow Ansatz gewählt werden. Andernfalls ist der Simulationsansatz anzuwenden.

5.2 Rückkaufsoption

Für die Bewertung der Rückkaufsoption sind folgende Verfahren zulässig:

- Deterministischer cash flow Ansatz
- Arbitrage-pricing Techniken
- Simulationsansatz

a) Deterministischer cash flow Ansatz

Bei diesem Ansatz wird das Rückkaufverhalten durch firmenspezifische Erfahrungswerte in den zukünftigen cash flows reflektiert. Die Annahme, dass die best estimate Rückkaufswahrscheinlichkeiten invariant gegenüber den Marktzinsen sind, sollte mit internen Studien dokumentiert werden.

Dieser Ansatz erlaubt es nicht, den Wert der Rückkaufsoption explizit auszuweisen. Aus diesem Grunde ist mindestens folgende Sensitivitätsberechnung durchzuführen

- Parallelverschiebung der Marktzinsen um 50bp nach oben, gekoppelt mit einer Erhöhung der best estimate Stornowahrscheinlichkeiten um 10%.

Es ist dann der Einfluss auf den marktnahen Wert der versicherungstechnischen Verpflichtungen zu bestimmen.

b) Arbitrage pricing Techniken

Bei diesem Ansatz wird der Marktzins als (diskreter) stochastischer Prozess zwischen dem Bewertungszeitpunkt und dem Ende der Vertragslaufzeit dargestellt. Einfache Marktzinsmodelle sind in Abschnitt 3.2.1 zu finden. Da die Rückkaufsoption zu verschiedenen Zeitpunkten ausgeübt werden kann, handelt es sich finanzmathematisch gesehen um eine so genannte Bermuda Option. Das bedeutet, dass die Rückkaufsoption zu dem Zeitpunkt ausgeübt wird, an dem die Auszahlung durch Rückkauf erstmals grösser ist als der erwartete Pay-off durch Fortführung des Vertrages.

In einer ersten Phase genügt es, die Überschussbeteiligung als konstant anzunehmen.

Bei diesem Ansatz wird dem Policennehmer ein finanzrationales Verhalten unterstellt. Alle nicht-finanzrationalen Gründe, die aus Sicht des Versicherten zu einer unvorteilhaften vorzeitigen Vertragsauflösung führen wie zum Beispiel die Unkenntnis über den optimalen Rückkaufszeitpunkt, werden mit diesem Modellansatz nicht erfasst.

Es ist sicherzustellen, dass die Zusammensetzung des best estimate der versicherungstechnischen Verpflichtungen aus klassischen aktuariellen Erwartungswertbetrachtungen einerseits und aus Optionswerten erhalten durch arbitrage pricing Techniken andererseits in konsistenter Art und Weise erfolgt.

c) Zinsmodelle

Einfache Modelle für den Marktzins sind folgende:

- Hull und White
- Black, Derman und Toy

Der Zinsprozess von Black, Derman und Toy kann durch ein äquivalentes zeitdiskretes Binomialmodell approximiert werden. Die Preisbestimmung von Wertpapieren erfolgt grundsätzlich nach dem Prinzip der Rückwärtsinduktion. Die Kalibrierung der Modellparameter geschieht zum Beispiel via gehandelte *swaptions*.

d) Simulationsansatz

Beim Simulationsansatz wird der best estimate Wert der versicherungstechnischen Verpflichtungen durch Monte Carlo Simulation bestimmt. Dabei werden die zukünftigen cash flows als Realisierungen von stochastischen Prozessen betrachtet, deren Zufälligkeit einerseits durch die Modellierung der Finanzmarktdaten und andererseits durch die Modellierung der Zustände der Versicherten (aktiv, invalid, tot) entstehen. Geeignete Regeln, in welchen Punkten des Zustandsraumes zum Beispiel eine Police zurückgekauft wird, müssen festgelegt und offen gelegt werden.

5.3 Kapital-/Rentenoption im Replicating-Portfolio Modell der beruflichen Vorsorge

In der beruflichen Vorsorge haben die Versicherten bei Erreichen des Pensionierungsalters die Möglichkeit, anstelle einer Altersrente das Altersguthaben ganz oder teilweise als Kapital zu beziehen.

Bei der Modellierung des Altersguthabens durch ein Replicating Portfolio ist die Zinssensitivität und der Marktwert des Sparkapitals bis zum Pensionierungsalter bereits vollständig enthalten. Die Umwandlung des Kapitals in eine Altersrente stellt jedoch eine Option des Versicherten dar, die separat bewertet und in der Berechnung des Zielkapitals berücksichtigt werden muss. Im folgenden wird ein einfaches Modell im Rahmen der zweiten Stufe der Vereinfachung vorgestellt.

Dazu wird das per Bilanzstichtag vorhandene Altersguthaben unter best estimate Annahmen und separiert in Obligatorium und Ueberobligatorium in die Zukunft projiziert. Bei Erreichen des Pensionierungsalters wird ein bestimmter Prozentsatz des Altersguthabens (ebenfalls eine best estimate Annahme) in eine Rente umgewandelt, während der Rest als Kapital sofort ausbezahlt wird. Zur Bewertung der Rentenoption wird nun der Wert des in eine Altersrente umgewandelten Teils des Guthabens mit dem Wert der daraus entstehenden Rente verglichen. Die Bewertung erfolgt dabei mit risikofreien Zinsen, um den ökonomischen Umwandlungsverlust per Bilanzstichtag zu erhalten.

Die verwendeten Annahmen (Verzinsung Sparguthaben, Anteil Versicherte, die eine Rente wählen, Umwandlungssatz in Obligatorium und Überobligatorium, biometrische Grundlagen und Stornoverhalten während Ansparphase und Rentenbezug) sollten wie in der Einleitung erwähnt realistisch gewählt werden, wobei soweit vorhanden die Vorgaben des BPV oder die Richtlinien der SAV berücksichtigt werden.

Zur Ermittlung des Gesamtwertes der Rentenoption werden die ökonomischen Umwandlungsverluste der in den nächsten N Jahren neu entstehenden Renten aufsummiert.

Auszug aus dem SST Glossar:

Physical Probability Measure

- Actual probability measure where more risky assets have a greater expected rate of return than less risky assets.

Replicating Portfolio

- set of traded financial instruments which replicate optimally (with reference to a given risk measure) the cash flows of a given insurance portfolio. The risk remaining is called systematic risk and is orthogonal to the risk (w.r.t. the risk measure) which has been hedged away using the replicating portfolio.