



DAV

DEUTSCHE
AKTUARVEREINIGUNG e.V.

Ergebnisbericht des Ausschusses Enterprise Risk Management

Glossar zu internen Modellen

Köln, 12. September 2018

Präambel

Die Arbeitsgruppe *Interne Modelle in der Lebensversicherung* des Ausschusses Enterprise Risk Management der Deutschen Aktuarvereinigung e. V. hat den vorliegenden Ergebnisbericht erstellt.¹

Zusammenfassung

Der Ergebnisbericht stellt ein Glossar zu den diversen Begrifflichkeiten in Zusammenhang mit internen Modellen in der Lebens-, Kranken- und Schadenversicherung zur Verfügung. Das Glossar ist auch als Ergänzung zu anderen Veröffentlichungen des Ausschusses Enterprise Risk Management gedacht und kann bei der Lektüre dieser Papiere gegebenenfalls als Lesehilfe herangezogen werden.

Der Ergebnisbericht ist an die Mitglieder und Gremien der DAV zur Information über den Stand der Diskussion und die erzielten Erkenntnisse gerichtet und stellt keine berufsständisch legitimierte Position der DAV dar.²

Verabschiedung

Der Ergebnisbericht ist durch den Ausschuss Enterprise Risk Management am 12. September 2018 verabschiedet worden.

¹ Der Ausschuss dankt der Arbeitsgruppe *Interne Modelle in der Lebensversicherung* ausdrücklich für die geleistete Arbeit, namentlich Dr. Monika Bier, Philipp Braun, Arndt Cox, Dr. Peter Brühne, Anja Crasselt, Beate Hannemann, Tigran Kalberer, Michael Kiefer, Karsten Knauf, Walter Koch, Dr. Wolfgang Reichmuth, Dr. Aleksander Rejman, Dr. Frank Schiller, Florian Steiner, Andreas Trusow.

² Die sachgemäße Anwendung des Ergebnisberichts erfordert aktuarielle Fachkenntnisse. Dieser Ergebnisbericht stellt deshalb keinen Ersatz für entsprechende professionelle aktuarielle Dienstleistungen dar. Aktuarielle Entscheidungen mit Auswirkungen auf persönliche Vorsorge und Absicherung, Kapitalanlage oder geschäftliche Aktivitäten sollten ausschließlich auf Basis der Beurteilung durch eine(n) qualifizierte(n) Aktuar DAV/Aktuarin DAV getroffen werden.

Inhaltsverzeichnis

<i>Aggregation</i>	4
<i>Bewertungsmodell</i>	4
<i>Branchenbewertungsmodelle</i>	5
<i>Copula</i>	5
<i>ESG/Economic Scenario Generator</i>	5
<i>Internes Modell (Solvency II)</i>	5
<i>Kalibrierung</i>	5
<i>Modellwahl</i>	6
<i>Monte-Carlo-Methode</i>	6
<i>Projektionsmodell</i>	6
<i>Randverteilung eines Risikofaktors</i>	7
<i>Risikofaktor/Risikofaktoren</i>	7
<i>Risikomodell</i>	7
<i>Sensitivitäten</i>	7
<i>SG/Scenario Generator</i>	7
<i>Solvenzbilanz</i>	7
<i>Standardformel</i>	8
<i>Stochastische Bewertung</i>	8
<i>Stochastische Simulation</i>	8
<i>Stressszenario</i>	9
<i>Unternehmenseigenes Bewertungsmodell</i>	9
<i>Validierung</i>	9
<i>Verlustverteilung</i>	9
<i>Wahrscheinlichkeitsverteilung der Risikofaktoren</i>	10
<i>Wahrscheinlichkeitsverteilungsprognose</i>	10

Glossar zu internen Modellen

Aggregation

Zusammenführung einzelner Komponenten zu einer umfassenderen Größe unter der Berücksichtigung von Abhängigkeitsstrukturen. Konkreter werden in der Messung von „Risiko“ bzw. der Bestimmung von Risikokapitalanforderungen häufig eingesetzt:

- *Aggregation von Einzel-Kapitalanforderungen:* Für einzelne (Sub-)Risiken werden Kapitalanforderungen bestimmt. Aus diesem Vektor von Einzelgrößen wird mit Hilfe einer Matrix eine „aggregierte“ Kapitalanforderung bestimmt. Dieser Ansatz wird in der Solvency-II-Standardformel verfolgt.
- *Bestimmung Kapitalanforderung auf Gesamtereignisverteilung:* Die Risikomessung erfolgt auf Basis einer stochastischen *Verteilung von Ereignissen* (technisch *Szenarien*), die unmittelbar alle Zusammenhänge und Wechselwirkungen auf der Ebene der elementaren werttreibenden Größen berücksichtigt.
- *Aggregation von Verteilungen:* Die Risikomessung erfolgt auf einer Gesamtverteilung, die aus Verteilungen einer feineren Granularität zusammengefasst wird. Die Abhängigkeitsstruktur zwischen den Einzelverteilungen wird dabei häufig durch [Copulas](#) berücksichtigt.
- *Kombinationen dieser Ansätze:* [Interne Modelle](#) verwenden häufig Kombinationen der vorgenannten Ansätze; die Aggregation von (Zwischen-)Kapitalanforderungen findet sich eher bei partiellen internen Modellen.

Bewertungsmodell

Im Allgemeinen ein mathematisches Modell zur Ermittlung des „Wertes“ von Unternehmen (oder von Anteilen an Unternehmen), der Aktiva oder Verbindlichkeiten in einer vorgegebenen Metrik wie beispielsweise Solvency II oder Market Consistent Embedded Value (MCEV). Bewertungsmodelle werden insbesondere im Mark-to-model-Ansatz eingesetzt, wenn keine Marktwerte existieren. In der Regel wird der Begriff Bewertungsmodell auch für die Implementierung des mathematischen Modells verwendet, d. h. die konkrete Realisierung (in einer Software) und nicht nur das abstrakte Bewertungskonzept.

Im Solvency-II-Kontext versteht man meistens unter dem Bewertungsmodell ein Modell zur Berechnung des besten Schätzwertes der versicherungstechnischen Verpflichtungen oder der Eigenmittel. Bewertungsmodelle werden in der Regel als [Projektionsmodelle](#) konzipiert, da in Ermangelung eines vollständigen Markts für die versicherungstechnischen Verpflichtungen die Bewertung unter Solvency II modellbasiert auf einer Zahlungsstrom-Sicht ermittelt werden muss.

Branchenbewertungsmodelle

In einigen Segmenten haben sich für Solvency II Bewertungsmodelle zur Bewertung der versicherungstechnischen Rückstellungen etabliert, welche von zahlreichen Versicherern genutzt werden, aber keinen verbindlichen Standard darstellen. Beispiele dafür sind das Branchensimulationsmodell (BSM) des GDV für die Lebensversicherung und das Tool inflationsneutrales Bewertungsverfahren in der privaten Krankenversicherung.

Copula

Funktion, die einen funktionalen Zusammenhang zwischen den [Randverteilungen](#) von Zufallsvariablen (z. B. [Risikofaktoren](#)) und ihrer [gemeinsamen Wahrscheinlichkeitsverteilung](#) abbildet.

ESG/Economic Scenario Generator

Unter einem ESG verstehen wir ein (mathematisches) Modell und dessen Implementierung in einer Software/Plattform zur Erzeugung von Kapitalmarktszenarien (risikoneutrale Szenarien zur Bewertung oder Real-World Szenarien zur Prognose). Manchmal wird der Begriff ESG allgemeiner synonym für Szenario-Generatoren verwendet – auch für versicherungstechnische Risiken.

Internes Modell (Solvency II)

Ein (partiell) internes Modell unter Solvency II ist ein von der [Standardformel](#) (hier inklusive unternehmenseigene Parameter) verschiedenes [Risikomodell](#), das zur Bestimmung der regulatorischen Kapitalanforderungen nach §111 VAG genehmigt wurde. Die regulatorischen Anforderungen bei Verwendung eines internen Modells sind in §§ 96–98 VAG und §§ 111–121 VAG und dort besonders in §§ 115–121 VAG sowie den Artikeln 222–247 DVO dargelegt.

Die verwendeten Bewertungsmodelle sind nach Auslegung der BaFin in Bezug auf ihre Anwendung für die Risikoquantifizierung ebenfalls Genehmigungsgegenstand.

Kalibrierung

Kalibrierung ist die Festlegung der Parametrisierung eines Modells nach festgelegten Verfahren unter Nutzung fest definierter Informationsquellen. Diese Verfahren sind als Teil des Modells zu betrachten. Die Informationsquellen können sich neben empirischen Beobachtungen auch auf Expertenwissen stützen. Eine Kalibrierung, die beispielsweise zur Anpassung an Daten eine dezidierte Auswahl einer Verteilung benötigt, ist im konkreten Kontext von [Modellwahl](#) bzw. [Modelländerung](#) abzugrenzen. Dies gilt insbesondere für die Sachversicherung, bei der die Auswahl einer Verteilung auch schon eine Kalibrierung darstellen kann. Eine [Qualitätssicherung](#) innerhalb des Kalibrierungsprozesses ist von einer prozessunabhängigen [Validierung](#) abzugrenzen.

Modellwahl

Die Modellwahl wird als Begriff in Abgrenzung zu Betrieb und Wartung des Modells verwendet. Die Modellwahl umfasst insbesondere alle Methoden einschließlich der zur Kalibrierung des Modells. Entscheidend für die Modellwahl sind die Angemessenheit zur Verwendung im Risikomanagement und der Steuerung sowie der Qualität des Modells – im Sinne der regulatorischen Anforderungen insbesondere die unter den Stichworten *Use Test* und *statistische Qualität* zusammengefassten Anforderungen, aber auch alle weiteren wie beispielsweise zum operativen Betrieb. In der Modellwahl sind mögliche Ebenen die der Gesamtkapitalanforderung und der einzelnen Risiken, der mathematisch-statistischen Methoden sowie der konkreten Technik (Hardware und Software). Eine Modellwahl kann auch im Rahmen der Weiterentwicklung eines Modells erforderlich werden, beispielsweise um negative Zinsen in der Messung der Kapitalmarktrisiken zu berücksichtigen.

Monte-Carlo-Methode

Die Monte-Carlo-Methode ist ein numerisches Schätzverfahren aus der Stochastik, bei dem eine sehr große Zahl gleichartiger Zufallsexperimente die Basis darstellt. Als Grundlage ist vor allem das Gesetz der großen Zahlen zu sehen. Im Solvency-II-Kontext wird oft die Monte-Carlo-Methode sowohl für die Bewertung wie auch zur Quantil-Bestimmung (SCR) verwendet.

Neben Simulationsansätzen auf Basis der Monte-Carlo-Methode gibt es auch analytische Ansätze und Kombinationen der verschiedenen Ansätze.

Projektionsmodell

Ein Projektionsmodell leitet aus vorgegebenen ökonomischen und/oder versicherungstechnischen Annahmen und ggf. weiteren Komponenten für einen vorgegebenen Bestand an Versicherungsverträgen die relevanten zukünftigen Zahlungsströme an die Versicherten und andere Anspruchsberechtigte ab. Dies geschieht für jeden modellierten zukünftigen Zeitpunkt bis zum Ende der Projektion (dem Projektionshorizont).

Je nach Anwendung können/müssen Annahmen zum zukünftigen Verhalten des Managements (z. B. Zahlung von Überschüssen oder Dividenden aber auch Anpassung der Anlagestrategie) oder der Kunden (Ausübung von Optionen wie Rückkauf oder Kapitalabfindung, aber ggf. auch Vertragsverlängerung) und deren Auswirkung auf die Zahlungsströme in Abhängigkeit von Kapitalmarkt, Performance des Bestands oder ähnlicher Größen mit in Betracht gezogen werden. Dies gilt auch für weitere Komponenten, z. B. Kosten und Steuern, welche je nach Anwendung berücksichtigt und als Verpflichtung betrachtet werden.

Randverteilung eines Risikofaktors

Wahrscheinlichkeitsverteilung eines einzelnen Risikofaktors, z. B. Wahrscheinlichkeitsverteilung des Wertes oder der Wertveränderung eines Aktienindex über einen Zeitraum von einem Jahr (je nach Granularität des Modells, ggf. auch einzelner Aktien).

Risikofaktor/Risikofaktoren

Risikofaktoren sind mit Unsicherheiten behaftete wertbestimmende Größen, welche auf den (Solvency-II-)Wert der Vermögensgegenstände und Verbindlichkeiten einwirken – ökonomisch oder annahmebedingt (z. B. Veränderung der Zinsen, Kredit-Spreads, oder Preise von Aktien/Immobilien, Unsicherheit bzgl. der Sterblichkeitsannahmen oder Sterblichkeitsrealisationen innerhalb des einjährigen Zeithorizonts, Stornoverhalten etc.).

Risikofaktoren sind zu unterscheiden von steuerungs- und volumenspezifischen Parametern, die zur Bestimmung des Werts der Vermögensgegenstände und Verbindlichkeiten benötigt werden (z. B. Volumina und Spezifikation der Aktiva zum Stichtag, Versicherungsportfolio (Policen) zum Stichtag) aber auch regulatorischen Rahmenbedingungen (Steuer, Mindestzuführungsverordnung (MindZV)) sowie Managementregeln.

Risikomodell

Risikomodelle sind mathematisch-aktuarielle Modelle, implementiert zur Quantifizierung von Risiken und zugehörigen Kapitalanforderungen z. B. für Zwecke der internen Steuerung sowie ggf. auch zur Bestimmung regulatorischer Kapitalanforderungen. Risikomodelle beruhen häufig auf [stochastischen Simulationen](#) zur Generierung einer Wahrscheinlichkeitsverteilung von Risikofaktoren.

Sensitivitäten

Veränderung eines oder mehrerer [Risikofaktoren](#) oder Marktparameter gegenüber der aktuellen Ausgangssituation. [Stressszenarien](#) sind spezielle Sensitivitäten (siehe dort).

SG/Scenario Generator

Unter einem SG verstehen wir ein (mathematisches) Modell und dessen Implementierung in einer Software/Plattform zur Erzeugung von Szenarien. SG werden insbesondere zur Erzeugung von Kapitalmarktszenarien ([Economic Scenario Generator](#) – ESG) eingesetzt aber auch im Bereich der Versicherungstechnik, beispielsweise zur Modellierung des Naturkatastrophenrisikos.

Solvenzbilanz

Als Solvenzbilanz wird in der Regel die Aufstellung der Vermögensgegenstände und Verpflichtungen gemäß der Bewertungsregeln von Solvency II verstanden, die in § 74 Abs. 1 VAG als Solvabilitätsübersicht bezeichnet wird.

In den quantitativen Berichtsformaten (Quantitative Reporting Templates – QRTs) wird diese Bilanz in dem Template S.02.01.01 strukturell und in ihren Einzelpositionen beschrieben (vgl. Durchführungsverordnung (EU) 2015/2450 der Kommission).

Standardformel

Die Standardformel ist das im Rahmen von Solvency II durch den Regulator vorgegebene [Risikomodell](#). Sie erfordert im Allgemeinen für die Lebens- und Krankenversicherung für Marktrisiken aber auch versicherungstechnische Risiken die Ermittlung der Änderung der Eigenmittel und zentraler Komponenten der Solvenzbilanz unter vorgegebenen [Stressszenarien](#). Auch in der Schaden- und Unfallversicherung werden beispielsweise zur Bestimmung der Kapitalanforderungen für Katastrophenrisiken Szenariorechnungen gefordert. Teilweise werden die Kapitalanforderungen formelbasiert ermittelt.

Die Kapitalanforderungen für einzelne Risiken werden mehrstufig mittels Matrizen zu einer Gesamtkapitalanforderung [aggregiert](#). Ferner werden Effekte aus der zukünftigen Überschussbeteiligung und latenter Steuern berücksichtigt.

Die Standardformel bezieht sich nur auf das [Risikomodell](#). Die Standardformel enthält keine expliziten Vorschriften über das für die versicherungstechnischen Rückstellungen zu verwendende [Bewertungsmodell](#), stellt aber unter der Annahmen, dass es für die Bewertung in den vorgegebenen Stressszenarien verwendet wird, Anforderungen an dieses [Bewertungsmodell](#).

Stochastische Bewertung

Bewertung auf Basis eines [Bewertungsmodells](#) unter Einsatz einer [stochastischen Simulation](#) (siehe dort).

Insbesondere Versicherungsverbindlichkeiten in der Lebensversicherung mit Überschussbeteiligung enthalten aufgrund der Abhängigkeit der Überschussbeteiligung von der Kapitalmarktentwicklung finanzmathematische Optionen. Sofern zu deren Bewertung keine geschlossenen Formeln zur Verfügung stehen, werden in der Regel auf der [Monte-Carlo-Methode](#) (siehe dort) basierende [Projektionsmodelle](#) eingesetzt.

In der Sachversicherung sind Bewertungsmodelle in der Regel nicht stochastisch. In Ausnahmefällen kann auch hier eine stochastische Bewertung notwendig werden, dann aber üblicherweise nicht für zufällige Kapitalmarktszenarien, sondern für zufällige versicherungstechnische Ereignisse wie etwa Stürme, Erdbeben oder Überschwemmungen.

Stochastische Simulation

Synonym zur [Monte-Carlo-Methode](#).

Stressszenario

Intern oder extern gesetzte Veränderung eines oder mehrerer [Risikofaktoren](#) gegenüber der aktuellen Ausgangssituation. In der Standardformel unter Solvency II werden die Kapitalanforderungen pro Risikotyp in der Lebensversicherung als Stressszenario zu einem Ereignis im 99,5%-Quantil bestimmt. Siehe auch [Sensitivitäten](#).

Unternehmenseigenes Bewertungsmodell

Unternehmenseigene Bewertungsmodelle sind alle [Bewertungsmodelle](#), welche nicht einem der unter dem Stichwort [Branchenbewertungsmodell](#) in diesem Glossar genannten Modell entsprechen.

Validierung

Validierung wird hier im Sinne der Validierungsstandards für [interne Modelle](#) unter Solvency II verstanden (vgl. § 120 VAG bzw. Artikel 124 Solvency-II-Richtlinie sowie Artikel 241 f. DVO). Die Validierung und ihr Zweck werden über die Elemente definiert, die die Validierung (mindestens) zu umfassen hat:

- Kontrolle des Leistungsvermögens
- Überprüfung der kontinuierlichen *Angemessenheit der Spezifikation*
- *Abgleich* von Modellergebnissen *gegen Erfahrungswerte*
- Wirksames statistisches Verfahren, mit dem (gegenüber der Aufsichtsbehörde) nachgewiesen werden kann, dass die mit Hilfe des Modells berechneten *Kapitalanforderungen angemessen* sind
- Prüfung der *Angemessenheit der Wahrscheinlichkeitsverteilungsprognose*, nicht nur gegen beobachtete Verluste sondern auch gegen alle wesentlichen neuen Daten und dazugehörige Informationen
- Analyse der *Stabilität des Modells* und insbesondere Überprüfung der *Sensitivität der Ergebnisse* gegen Veränderungen der wichtigsten Annahmen
- Bewertung der *Exaktheit, Vollständigkeit und Angemessenheit* der verwendeten *Daten*.

Die Validierung hat in einem regelmäßigen Zyklus stattzufinden und alle regulatorischen Anforderungen zu umfassen. Sie hat ohne Einflussnahme der für die Entwicklung und den Betrieb des Modells Verantwortlichen zu erfolgen. Die Qualität und Unabhängigkeit der Validierung ist im Rahmen der Validierung ebenfalls zu bewerten.

Verlustverteilung

Beschreibt die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Wertveränderung (im Sinne einer Gewinn- und Verlustrechnung) von Vermögensgegenständen und/oder Verbindlichkeiten aufgrund eines oder mehrerer Risiken. Die Kapitalanforderung für ein

Risiko (z. B. Aktienrisiko) kann aus einer [Randverteilung](#) als Value-at-Risk zum Konfidenzniveau von 99,5% bestimmt werden.

Wahrscheinlichkeitsverteilung der Risikofaktoren

Mehrdimensionale Wahrscheinlichkeitsverteilung der Risikofaktoren unter Berücksichtigung der Abhängigkeitsstruktur zwischen den Risikofaktoren.

Technisch wird die Abhängigkeitsstruktur der Randverteilungen der einzelnen Risikofaktoren häufig durch eine [Copula](#) abgebildet oder wie in strukturierten Modellen werden die wesentlichen Zusammenhänge zwischen den wertbestimmenden Größen direkt modelliert, ergänzt durch eine Modellierung der Korrelationen zwischen den Schocks.

Bei der [Monte-Carlo-Methode](#) werden Realisierungen dieser Verteilung mittels (*Economic*) [Scenario Generators](#) ((E)SG) generiert.

Wahrscheinlichkeitsverteilungsprognose

In der Terminologie von Solvency II eine mathematische Funktion, die einer ausreichenden Reihe von einander ausschließenden zukünftigen Ereignissen eine Eintrittswahrscheinlichkeit zuweist (vgl. § 7 Abs. 36 VAG bzw. Artikel 13 (38) Solvency-II-Richtlinie).

In der Praxis wird die Wahrscheinlichkeitsverteilungsprognose für die Basiseigenmittel oder die Veränderung der Basiseigenmittel für das deutsche gewinnberechtigte Lebensversicherungsgeschäft in der Regel auf Basis der [Monte-Carlo-Methode](#) geschätzt, wie folgt:

- (i) [Risikofaktoren](#) werden mittels (E)SGs generiert,
- (ii) Die Auswirkung der [Risikofaktoren](#) auf die Vermögensgegenstände und Verbindlichkeiten wird geschätzt, meist mittels Proxy-Methoden (z. B. Replicating Portfolio, LSMC, Curve Fitting).
- (iii) Die empirische Verteilung liefert die Wahrscheinlichkeitsverteilungsprognose.