



DAV

DEUTSCHE  
AKTUARVEREINIGUNG e.V.

Ergebnisbericht des Ausschusses Enterprise Risk Management

## **Vergleichbarkeit interner Modelle**

Köln, 22. Februar 2017

## **Präambel**

Eine Unterarbeitsgruppe<sup>1</sup> der Arbeitsgruppe *Interne Modelle der Lebensversicherung* in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe *Interne Modelle der Schaden- und Unfallversicherung*, beide dem Ausschuss Enterprise Risk Management der Deutschen Aktuarvereinigung (DAV) e. V. zugeordnet, hat zum Thema Vergleichbarkeit interner Modelle den vorliegenden Ergebnisbericht erstellt.

An dieser Stelle sei explizit darauf hingewiesen, dass dieser Ergebnisbericht keinen Fachgrundsatz darstellt, sondern eher als eine unterstützende Materialsammlung für Aktuarinnen und Aktuare in der Praxis gesehen werden sollte.

## **Fragestellung**

Interne Modelle dienen primär dem Zweck einer angemessenen Abbildung des Risikoprofils eines bestimmten Unternehmens zu einem gewählten oder vorgegebenen Sicherheitsniveau. Ein gleiches Sicherheitsniveau und gleiche Qualitätsmaßstäbe sind unumgänglich – weder aber einheitliche Methoden, Modelle oder Modellzuschnitte noch gleiche Ergebnisse (für unterschiedliche Sachverhalte) und natürlich gelten auch hier die Grundsätze von Materialität und Proportionalität.

In diesem Papier diskutieren wir Aspekte, die in diesem Rahmen bei einem Vergleich interner Modelle und deren Ergebnisse nützlich sein können. Da hierzu noch keine systematische Bestandsaufnahme erfolgt ist, wurden Thesen aus Sicht der Arbeitsgruppe formuliert.

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

## **Verabschiedung**

Dieser Ergebnisbericht ist durch den Ausschuss Enterprise Risk Management am 3. Februar 2017 verabschiedet worden.

---

<sup>1</sup> Der Ausschuss dankt allen beteiligten Personen ausdrücklich für die geleistete Leistung, namentlich Dr. Frank Schiller (Leiter der Unterarbeitsgruppe), Dr. Peter Brühne, Dr. Dorothea Diers, Dr. Jost Homrighausen, Dr. Mario Hörig (bis August 2015), Walter Koch, Christoph Meyer, Dr. Aleksander Rejman, Dr. Christina Schmerling (bis November 2016), Stephan Sommer und Dr. Lucattilio Tenuta.

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1. Einleitung .....</b>	<b>4</b>
1.1. Management Summary .....	4
1.2. Zusammenfassung .....	5
<b>2. Fragestellung und generische Antworten .....</b>	<b>7</b>
2.1. Anforderungen für die Anwendung eines internen Modells und deren Vergleichbarkeit.....	8
2.2. Gründe die zu unterschiedlicher Modellierung und unterschiedlichen Ergebnissen führen können .....	9
<b>3. Konkrete Beispiele.....</b>	<b>10</b>
3.1. Risikoprofil und Geschäftsstrategie .....	11
3.2. Schwerpunkte der internen Steuerung und Materialität .....	13
3.3. Praktische bzw. technische Grenzen der Modellierung .....	16
3.4. Wahl zwischen grundsätzlich gleichwertigen mathematisch, statistischen Methoden und Datenquellen.....	20
3.5. Sonstige Gründe .....	23
<b>4. Mögliche Antworten zu typischen Fragen .....</b>	<b>24</b>
<b>5. Literatur .....</b>	<b>26</b>

# **1. Einleitung**

## **1.1. Management Summary**

Primary target of internal models is the adequate representation of the risk profile of a specific undertaking given a chosen or externally defined security level. The same security level and equal quality standards are obligatory – but it is not required to either apply the same methods, models and model layouts or that the models generate the same results (for different circumstances) and the principles of materiality and proportionality of course apply.

In this paper, we discuss aspects that could be helpful to compare internal models and their results.

The adequacy of an internal model cannot be assessed by only considering specific aspects, but the model as a whole has to be taken into account. This especially includes the methods of calibrating the model, its stability and validity as well as the quality of the representation of the specific risk profile and its adequacy for being applied for internal steering. Internal model validation plays an important role, as it assesses the adequacy of the model in general and in detail for its specific applications as well as it identifies areas for improvement.

When comparing two internal models the analysis cannot be reduced to the comparison of the respective results of the models. Publicly available reports as the “Solvency and Financial Condition Report” (SFCR) will provide important information on the undertaking’s risk situation, modelling approach and results. However, the possibilities for comparing the results in detail are limited.

The working group has identified five groups of reasons that might lead to different models and methods and hence also to different results:

1. Risk profile and business strategy
2. Focus of internal steering and materiality concept
3. Practical and technical limitations of modelling
4. Choice of different mathematical and statistical methods and data sources with equal validity
5. Other reasons, e.g., regulatory liberty or additional constraints in applying Solvency II

Some of the reasons are rather easy to understand by, say, external analysts and also easy to interpret with respect to their general influence on the model, as the risk profile, the business strategy and regulatory liberty or additional constraints in applying Solvency II.

Other reasons such as focus of internal steering and materiality concept, practical and technical limitations of modelling or choice of generally equal mathematical and statistical methods and data sources are more difficult to assess for an external stakeholder.

For the purpose of this paper and in the discussion of “comparison of internal models”, please note the following two facts:

1. **Internal models** are stochastic mathematical-actuarial models specifically implemented for quantification purposes to steer the business and also to quantify regulatory capital requirements.
2. **Comparability** does not mean equality. A comparison of internal models and the results derived by them might rather conclude that these models are different for good reasons and explain the differences (at best in detail).

In that sense, it is important to state that the direct comparison of the model and its results with those of peers in the market is only subordinated to the primary objectives of adequately measuring the risks with respect to the chosen security level and steering the business.

A direct comparison of the results of two insurance companies only based on publicly available information is limited.

However, internal processes like validation and audit as well as additional external assessments of regulators and auditors with access to company specific detailed information exist to ensure the adequacy of internal models.

## **1.2. Zusammenfassung**

Interne Modelle dienen primär dem Zweck einer angemessenen Abbildung des Risikoprofils eines bestimmten Unternehmens zu einem gewählten oder vorgegebenen Sicherheitsniveau. Ein gleiches Sicherheitsniveau und gleiche Qualitätsmaßstäbe sind unumgänglich – nicht aber einheitliche Methoden, Modelle oder Modellzuschnitte noch gleiche Ergebnisse (für unterschiedliche Sachverhalte) und natürlich gelten auch hier die Grundsätze von Materialität und Proportionalität.

In diesem Papier diskutieren wir Aspekte, die in diesem Rahmen bei einem Vergleich interner Modelle und deren Ergebnissen nützlich sein können.

Die Angemessenheit eines internen Modells kann nicht allein anhand von Teilaspekten sondern nur durch die Betrachtung des Modells insgesamt beurteilt werden. Das schließt insbesondere Kalibrierungsverfahren, Stabilität und Gültigkeitsbereich sowie die Abbildung des konkreten Risikoprofils und die Eignung für die Verwendung in der internen Steuerung ein. Der internen Validierung kommt dabei insofern eine wesentliche Rolle zu, als dass sie überprüft ob das Modell sowohl in diesem übergreifenden Sinn aber auch im Detail angemessen ist und gegebenenfalls Verbesserungsbedarf identifiziert.

Ein Vergleich zweier interner Modelle lässt sich insofern nicht auf den abstrakten Vergleich der Modelle oder eine Gegenüberstellung der Ergebnisse reduzieren. Öffentlich verfügbare Berichte, wie etwa der jährliche *Solvency and Financial Condition Report* (SFCR), werden insofern wichtige und wesentliche Indikationen zu Risikosituation, Modellierungsansatz und Ergebnissen enthalten, im Detail wird ein Vergleich von Zahlen aber an Grenzen stoßen.

Die Arbeitsgruppe hat im Wesentlichen fünf Gruppen von Gründen identifiziert, die zu unterschiedlichen Modellen und Methoden sowie unterschiedlichen Ergebnissen führen können:

1. Risikoprofil und Geschäftsstrategie
2. Schwerpunkte der internen Steuerung und Materialität
3. Praktische bzw. technische Grenzen der Modellierung
4. Wahl zwischen grundsätzlich gleichwertigen mathematisch, statistischen Methoden und Datenquellen
5. Sonstige Gründe wie z. B. regulatorische Freiheiten oder zusätzliche Auflagen bei der Anwendung von Solvency II

Es gibt darunter Gründe, die bspw. für externe Analysten leicht zu verstehen und hinsichtlich ihres grundsätzlichen Einflusses gut zu interpretieren sind, wie das Risikoprofil, die Geschäftsstrategie und regulatorische Freiheiten oder zusätzliche Auflagen bei der Anwendung von Solvency II.

Andere Gründe wie Schwerpunkte der internen Steuerung, praktische bzw. technische Grenzen der Modellierung und Materialität oder die Wahl zwischen grundsätzlich gleichwertigen mathematisch, statistischen Methoden und Datenquellen sind für einen Außenstehenden eher schwer einzuordnen.

Für das Papier und die Diskussion um die „Vergleichbarkeit interner Modelle“ scheint es der Arbeitsgruppe sinnvoll folgendes festzuhalten:

1. **Interne Modelle** sind stochastische mathematisch-aktuarielle Modelle, konkret implementiert zur Quantifizierung für Zwecke der internen Steuerung sowie ggf. auch zur Bestimmung regulatorischer Kapitalanforderungen.
2. **Vergleichbarkeit** bedeutet nicht „Gleichheit“. Vielmehr kann ein Vergleich von Modellen und den mit ihnen bestimmten Ergebnissen auch zu dem Ergebnis kommen, dass diese mit gutem Grund verschieden sind und die Unterschiede (bestenfalls im Detail) erklären.

In diesem Sinne kann festgehalten werden, dass die direkte Vergleichbarkeit des Modells und der Ergebnisse mit denen anderer Marktteilnehmer dem Ziel einer angemessenen Abbildung der Risiken entsprechend dem gewählten Sicherheitsniveau für die Unternehmenssteuerung untergeordnet ist.

Ein direkter Vergleich von Ergebnissen zweier Unternehmen allein auf Basis öffentlich verfügbarer Informationen stößt an Grenzen.

Zur Absicherung der jeweiligen Angemessenheit interner Modelle existieren allerdings interne Prozesse wie Validierung und Revision sowie zusätzlich externe Prüfungen durch Aufsichten und Wirtschaftsprüfer, die jeweils (in unterschiedlichem Ausmaß) Zugriff auf unternehmensinterne Detailinformationen haben.

## 2. Fragestellung und generische Antworten

Das Ziel des Ergebnisberichts ist es, Aktuare<sup>2</sup> bei Fragestellungen zu Vergleichen zwischen internen Modellen zu unterstützen. Dabei wollen wir uns dem Vergleich interner Modelle zuerst über die folgenden Fragen annähern, die wir in den nächsten beiden Abschnitten dieses Kapitels beantworten werden:

- Warum gibt es interne Modelle, was ist die Motivation für deren Anwendung und Ihr Nutzen für den Anwender?
- Warum können zwei verschiedene Anwender von internen Modellen zu unterschiedlichen Modellen und Kalibrierungen kommen, auch ohne dass daraus ein Widerspruch entsteht?

Der Ergebnisbericht richtet sich an Aktuare mit Erfahrung in Risikomanagement und Modellierung, soll aber auch unerfahrene Aktuare nicht ausschließen. Daher wurde ein Aufbau gewählt, der für beide Zielgruppen eine gute Nachvollziehbarkeit gewährleisten soll: Kapitel 2 präsentiert aus Sicht der Unterarbeitsgruppe wesentliche Fragestellungen und Ansätze zur Annäherung an das Thema „Vergleich“ und „Vergleichbarkeit“ interner Modelle. Kapitel 3 gibt konkrete Beispiele für die in Kapitel 2 identifizierten fünf generischen Gründe für Unterschiede in Modellergebnissen und Modellierungsansätzen. Nach den Beispielen werden in Kapitel 4 für einige konkret formulierte Fragen Beispielantworten gegeben.

Der Bericht kann aus praktischen Gründen und aus Gründen des Datenschutzes und Kartellrechts keine konkreten Modelle vergleichen und in ihren Ergebnissen gegenüberstellen. Vielmehr soll dieser Bericht bei der Argumentation zu Fragen unterstützen, wie sie Aktuaren z. B. in einem Unternehmen (durch das Management) oder auch extern (durch Rating-Agenturen, Wirtschaftsprüfer, Aufsichtsbehörden oder die Presse) begegnen könnten:

- Solvency II schreibt ein einheitliches Sicherheitsniveau vor. Wieso sollten interne Modelle nicht grundsätzlich vergleichbar sein?
- Der Kapitalmarkt und die Risiken, denen sich Unternehmen dort stellen müssen, sind grundsätzlich gleich. Woraus entstehen Unterschiede in den Modellen und Risikokenngrößen der Unternehmen?
- Gleiches gilt für die Versicherungstechnik: Zwei Unternehmen sind im gleichen Segment tätig und haben vergleichbare Geschäftsmodelle und Exposures. Warum gibt es Unterschiede in den Risikokenngrößen dieser Unternehmen?

Die Vorschläge des Berichts zur Annäherung an diese Fragen basieren auf folgenden Erkenntnissen: Ankerpunkt für Modellwahl und (vergleichende) Analyse von Ergebnissen sind die strategische Ausrichtung und das Risikoprofil des Unternehmens bzw. der Gruppe sowie die Anwendungsschwerpunkte in der Unternehmenssteuerung. Verschiedene Sachverhalte können damit für das Unternehmen ver-

---

<sup>2</sup> Aus Gründen der Lesbarkeit wird im Bericht nur die männliche Sprachform verwendet, gemeint sind aber grundsätzlich Aktuarinnen und Aktuare.

schieden relevant sein, z. B. durch unterschiedliche Risikoexponierung. Für weniger relevante Sachverhalte kann ggf. eine schlechtere Datenlage vorliegen und damit einen approximativen Ansatz erfordern. Darüber hinaus können – auch für identische Sachverhalte – verschiedene mathematisch-statistische Methoden in Frage kommen ohne dass eines dieser Verfahren den anderen überlegen sein muss. Schließlich wird die Wahl der Methoden und der Parametrisierung auch durch Erwartungen zu zukünftigen Entwicklungen und Trends geprägt und ist damit auch von „Expert Judgements“ beeinflusst. Die Angemessenheit der verwendeten Methoden und Parametrisierungen für das konkrete Risikoprofil und die praktische Anwendung (Stichworte: Use Test, Risikoeinstufung/Risk Ranking, Capital Allocation) steht im Vordergrund.

Der Ergebnisbericht fokussiert bewusst auf den Vergleich interner Modelle. Ein Vergleich interner Modelle mit der Standardformel wird in diesem Ergebnisbericht nicht weiter verfolgt. Allerdings ließen sich einige der beschriebenen Erkenntnisse bspw. auch für einen solchen Vergleich verwenden, insbesondere in den Fällen, in denen der Standardformel und der Bewertung der versicherungstechnischen Rückstellungen aktuarielle Modelle (mit ALM-Modellierung) zugrunde liegen und sich Fragestellungen wie für interne Modelle natürlich ergeben.

## **2.1. Anforderungen für die Anwendung eines internen Modells und deren Vergleichbarkeit**

In der Richtlinie 2009/138/EG<sup>3</sup> betreffend die Aufnahme und Ausübung von Versicherungs- und Rückversicherungstätigkeit („Solvency II-Richtlinie“) wird in den Artikeln 100–102 und 112–127 und dort speziell in den Artikeln 120–125 geregelt, welche Anforderungen ein internes Modell zu erfüllen hat.

Aus den Anforderungen lässt sich insbesondere aus den Artikeln 120 (Verwendungstest), 121 (Statistische Qualitätsstandards) und 123 (Zuordnung von Gewinnen und Verlusten) ableiten, dass der Fokus der Ansprüche an ein internes Modell auf der unternehmensspezifischen Steuerung und Angemessenheit der Methoden, Daten und Modelle liegt. Die regulatorischen Anforderungen an interne Modelle sind prioritär unternehmensspezifisch unter dem übergeordneten Ziel das gleiche Sicherheitsniveau für alle Versicherungsnehmer und Begünstigte zu erreichen (Erwägungsgrund 68 und Artikel 101 der Solvency-II-Richtlinie).

Ein Vergleich interner Modelle oder der Ergebnisse interner Modelle steht regulatorisch nicht im Fokus, sondern ist nur Mittel zum Zweck der Erreichung des übergeordneten Ziels die Angemessenheit interner Modelle sicher zu stellen:

Nach Artikel 122 (Kalibrierungsstandards), Absatz 4, können die Aufsichtsbehörden von den Unternehmen verlangen, „ihr internes Modell auf einschlägige Benchmark-Portfolios anzuwenden und dabei von Annahmen auszugehen, die sich eher auf externe als auf interne Daten stützen, um die Kalibrierung des internen Modells zu überprüfen und zu ermitteln, ob seine Spezifizierung der allgemein anerkannten Marktpraxis entspricht“.

---

<sup>3</sup> Richtlinie 2009/138/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25.11.2009



Der Einsatz solcher Instrumente wird durch eine sogenannte „Opinion“ der europäischen Aufsichtsbehörde EIOPA ausdrücklich unterstützt.

Tatsächlich werden solche Studien bereits operativ durchgeführt und sukzessive für alle Risikokategorien (weiter)entwickelt. Erkenntnisse daraus werden unter Berücksichtigung von Datenschutz und Vertraulichkeit mit den Unternehmen und dem Markt geteilt.

Allerdings kann bei einer evtl. erforderlichen Berechnung eines Kapitalaufschlags auch bei internen Modellen gemäß Artikel 283 (a) und 284, Abs. 5 der Delegierten Verordnung (EU) 2015/35<sup>4</sup> ein Vergleich der Solvenzkapitalanforderungen von Unternehmen mit ähnlichem Risikoprofil in Betracht kommen.

## **2.2. Gründe die zu unterschiedlicher Modellierung und unterschiedlichen Ergebnissen führen können**

Gründe für Unterschiede in der Modellierung und in den Modellergebnissen lassen sich in folgende Gruppen einteilen:

### **1. Risikoprofil und Geschäftsstrategie**

Die Ergebnisse selbst werden auf natürliche Weise durch das Risikoprofil bestimmt, dies schließt die Bestände auf der Aktiv- und der Passivseite der Bilanz ein.

Das Risikoprofil – wie beispielsweise die Ausrichtung des Versicherungsgeschäfts (z. B. Industriegeschäft), die Bedeutung des ALM, die Koppelung von Kapitalanlage und Verbindlichkeiten oder die Abhängigkeiten zwischen den Risiken – spielt eine entscheidende Rolle bei der Modellwahl und der Priorisierung einzelner Aspekte.

Unterschiedliche Geschäftsstrategien im Umgang z. B. mit Gewinnbeteiligungen, Rückversicherung, Instrumenten des Kapitalmanagements oder Dividendenausschüttung und den damit verbundenen Management-Regeln im Modell können außerdem zu unterschiedlichen Ergebnissen führen.

### **2. Schwerpunkte der internen Steuerung und Materialität**

Die Schwerpunkte der internen Steuerung spiegeln Geschäftspolitik und Risikoprofil wider und schlagen sich in der Gestaltung des internen Modells nieder. Bspw. werden typischerweise für die Steuerung von Risiken bedeutende und damit materielle Aspekte genauer modelliert. Zudem wird die Verfügbarkeit von Daten für Bereiche, die besondere Wichtigkeit für das Geschäft haben, besser sein und auch dies kann eine genauere Modellierung ermöglichen.

### **3. Praktische bzw. technische Grenzen der Modellierung**

Praktische und technische Restriktionen können, bspw. bei der Granularität der Abbildung, zu Kompromissen zwingen und damit zu unterschiedlicher Auswahl

---

<sup>4</sup> Delegierten Verordnung (EU) 2015/35 der Kommission vom 10. Oktober 2014 (SII-DV)

zwischen alternativen Methoden und technischen Plattformen führen. Unter dem übergeordneten Ziel einer angemessenen Abbildung entsprechend dem gewählten Sicherheitsniveau muss bei der Modellierung abgewogen werden zwischen detaillierter Abbildung zur Verwendung in allen Feldern der Steuerung und Anforderungen an Ressourceneffizienz, Handhabbarkeit, Robustheit und Geschwindigkeit.

#### **4. Wahl zwischen grundsätzlich gleichwertigen mathematisch, statistischen Methoden und Datenquellen**

Schließlich kann nicht immer a-priori eine technische oder mathematisch-statistische Methode als einzig richtige identifiziert werden, sondern gibt es potentiell mehrere fachlich sachlich gleichwertige Ansätze. Daraus kann sich insbesondere ergeben, dass Modelle nicht auf allen Ebenen unmittelbar vergleichbar sind. Solche Ansätze weisen in der Regel im Hinblick auf die Anforderungen gemäß der Punkte 1–3 unterschiedliche Stärken und Schwächen auf, sind aber grundsätzlich geeignet mathematische, statistische und entsprechende regulatorische Anforderungen zu erfüllen.

#### **5. Sonstige Gründe**

Hinzu kommen potentiell weitere unternehmensspezifische Gründe, die sich bspw. aus regulatorischen Rahmenbedingungen ergeben können, wie unter Solvency II die Anwendung von Übergangsmaßnahmen, der optionale Einsatz von „Long Term Guarantee Measures“ oder auch die Verhängung von Kapitalzuschlägen durch die Aufsichtsinstanzen.

Diese fünf Gruppen von Gründen für Unterschiede in Modellierung und Modellergebnissen lassen sich ihrerseits wieder gruppieren in

- Gründe, die im Objekt der Modellierung liegen (1. und 2.),
- Gründe, die der Sphäre „Modell/Modellierung/Modellwahl“ zuzuordnen sind (3. und 4.), sowie
- sonstige Gründe wie bspw. Wahlrechte innerhalb der regulatorischen Vorgaben (Gruppe 5).

Unterschiede, die sich daraus ergeben, dass der Modellierung eine unterschiedliche Sicht auf die Frage zugrunde liegt, ob überhaupt ein Risiko besteht oder zu modellieren ist, werden hier explizit nicht behandelt. In solchen Fällen ist eine unmittelbare Gegenüberstellung kaum möglich.

Das folgende Kapitel illustriert dies anhand von Beispielen.

### **3. Konkrete Beispiele**

In den folgenden Abschnitten wird an konkreten Beispielen detaillierter betrachtet wie die in Kapitel 2.2 genannten fünf Gruppen von Gründen zu Unterschieden in der Modellierung und Kalibrierung führen können und wie diese die direkte Vergleichbarkeit der internen Modelle einschränken bzw. bei einem Vergleich berücksichtigt werden sollten. Die Abgrenzung zwischen den fünf Gruppen von Gründen

ist teilweise fließend. Einige Beispiele betreffen daher auch mehr als eine Gruppe von Gründen. Darauf wird entsprechend in den Beispielen hingewiesen.

Ein Vergleich mit der Standardformel wird hier nicht weiterverfolgt, da die Ansätze zu unterschiedlich sind und damit keine zusätzlichen Erkenntnisse zum Vergleich interner Modelle liefern: Während interne Modelle anstreben, eine unternehmensindividuelle, reichhaltige Verteilung „aller möglichen Ereignisse“ als Basis der SCR-Berechnung und für die Unternehmenssteuerung zu liefern, beruht die Standardformel auf europaweit einheitlichen Stress-Szenarien oder Parametern standardisierter Formeln. Außerdem sind grundsätzlich alle in der Standardformel betrachteten Risiken auch in internen Modellen zu berücksichtigen. Es sind aber in internen Modellen ggf. weitere Risiken berücksichtigt und es besteht grundsätzliche Freiheit in der Wahl des Modellzuschnitts – von einer vollständig integrierten Modellierung bis zu anderen Modulzuschnitten. Insofern können Berechnungen „gemäß Standardformel“ ggf. als Sensitivitäten zum Verständnis des Modells eingesetzt werden. Ein unmittelbarer Vergleich mit der Standardformel ist aber in der Regel nur eingeschränkt aussagekräftig.

### **3.1. Risikoprofil und Geschäftsstrategie**

Zentral für die Wahl der Modellierungsansätze ist das Risikoprofil des Unternehmens. Unter Solvency II sind interne Modelle als Option zur Bestimmung der Solvenzkapitalanforderung eingeführt worden, um eine passgenaue Abbildung des Risikoprofils zu ermöglichen und die integrale Verankerung des Risikomanagements in der Steuerung zu fördern.

Elemente des Risikoprofils sind die Wert- und Risikotreiber der Aktiva und Passiva, eventuelle Abhängigkeiten zwischen diesen sowie deren relative Bedeutung abgeleitet aus Struktur (Homogenität/Heterogenität, Konzentration/Diversifikation) und relativer Größe. Die folgenden Beispiele sollen das Prinzip illustrieren.

#### **Beispiel 3.1.1: Kopplung von Aktiv- und Passivseite**

Aufgrund des Charakters der versicherungstechnischen Verbindlichkeiten kann es geboten sein, Wechselwirkungen von Aktiva und Passiva explizit in einer gemeinsamen Projektion zu modellieren. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn

- versicherungstechnische Leistungen explizit vom Kapitalanlageergebnis abhängig sind, wie im deutschen Geschäftsmodell der Lebensversicherung mit Überschussbeteiligung der Versicherungsnehmer oder wenn
- mehrjährige versicherungstechnische Verbindlichkeiten mit hoher Volatilität und Anforderungen an die Liquidität eingegangen wurden.

Ist hingegen keine materielle Abhängigkeit gegeben und wird auch in der realen Kapitalanlagestrategie kein materieller Zusammenhang angenommen, so kann gegebenenfalls auf eine gemeinsame, stochastische ALM-Projektion der Aktiva und Passiva verzichtet werden. Dann kann ein getrennter Modellierungsansatz angemessen sein, wie auch die Berücksichtigung von Liquiditätsrisiken außerhalb des Modells. Denkbar ist dies beispielsweise, für

- klassische kurzfristige Schadenversicherung mit einem stabilen Portfolio und einer stabilen Kapitalanlagestrategie;
- Lebensversicherer, die sich auf Risikolebensversicherungen spezialisiert haben und ein stabiles Portfolio aufweisen und die reale Kapitalanlagestrategie keine materielle Abhängigkeit von den versicherungstechnischen Verbindlichkeiten aufweist.

In Versicherungsgruppen können die Schwerpunkte des Geschäfts bestimmte Modellierungsansätze für die Berechnung auf Gruppenebene und dadurch induziert auch auf Ebene der Einzelgesellschaften nahelegen. Sofern regulatorische Anforderungen sowohl die Gruppenebene als auch die der Einzelgesellschaften betreffen, sind die Ansätze auf beiden Ebenen jeweils angemessen und im Gesamtbild konsistent zu wählen.

Ein Vergleich von Modellierungsansätzen kann also nicht ohne Berücksichtigung des Risikoprofils sinnvoll durchgeführt werden. Dies gilt beispielsweise auch für die Anzahl von Simulationen, die benötigt werden, um die materiellen Aspekte des Risikoprofils auszuloten.

### **Beispiel 3.1.2: Unterschiedliche Geschäftsstrategien**

Unternehmen verfolgen teilweise unterschiedliche Geschäftsstrategien. So können selbst bei aktuell vergleichbar kapitalisierten Unternehmen unterschiedlich definierte obere und untere Interventionsschwellen für die Anpassung

- von Versicherungsnehmergewinnbeteiligungen
- dem Rückversicherungsprogramm
- der Ausschüttung von Dividenden an die Aktionäre
- von zusätzlichen Maßnahmen zur Erhöhung des Eigenkapitals, z. B. über Nachrangdarlehen
- und andere mehr

zu einem insgesamt unterschiedlichen Verlauf der Zahlungsströme an Versicherungsnehmer (Gewinnbeteiligung) und Aktionäre (Dividende) führen. Daraus resultieren wiederum unterschiedliche Ergebnisse für das interne Modell.

Das pfadabhängige Verhalten der Management-Regeln lässt sich nur schwer transparent quantifizieren. Trotz einer angemessenen, weil der Geschäftsstrategie entsprechenden, Modellierung können die unterschiedlichen Ausprägungen zu einem auch sehr unterschiedlichen Verhalten der internen Modelle führen.

### **Beispiel 3.1.3: Großschäden in der Sachversicherung**

In homogenen Portfolien mit vielen kleinen bis mittleren Einzelrisiken kann unter Umständen auf eine dezidierte Großschadenmodellierung für Großschadenanzahl und Großschadenhöhe verzichtet werden und durch eine entsprechend kalibrierte Basisschadenmodellierung ersetzt werden. Während Portfolien mit relativ wenigen

aber potentiell hohen Einzelschäden in der Regel eine dezidierte Großschadenmodellierung erfordern. Reisegepäckversicherung wird in der Regel Portfolien mit den erstgenannten Eigenschaften erzeugen, Kraftfahrtgeschäft im Industriekunden-segment wird in der Regel eine dezidierte Großschadenmodellierung erfordern.

Insofern kann aus der Beobachtung, dass Großschäden nicht explizit modelliert werden nicht auf Mängel im Modell aber auch nicht auf das grundsätzliche Fehlen eines Modellierungsaspektes geschlossen werden. Eine direkte Gegenüberstellung kann erschwert sein.

### **Beispiel 3.1.4: Tail-Abhängigkeiten – Auswahl von Copulae**

Je nach Struktur einzelner Risiken und potentieller Abhängigkeiten zwischen Risiken wird zur Modellierung gemeinsamer Verteilungen auf unterschiedliche Copulae zurückgegriffen, um das Risikoprofil und insbesondere Abhängigkeiten in Extremereignissen („Tail“) zu modellieren:

- Gauss-Copula: Basiert auf einer multivariaten Normalverteilung und (analog der Standardformel) einer Kovarianz-Matrix; lässt eine sehr einfache Berechnung zu, erlaubt aber keine explizite Modellierung von Tail-Abhängigkeiten. Sie ist damit nur eingeschränkt für die Modellierung von Risiken mit ausgeprägter Tail-Abhängigkeit geeignet.
- *t*-Copula: Wie die Gauss-Copula aber basierend auf einer multivariaten Student-*t*-Verteilung mit der Möglichkeit eine Tail-Abhängigkeit abzubilden.
- Copulae mit ausgeprägter Tail-Abhängigkeit, wie die auf Logarithmen basierende Gumbel-Copula, erfordern für die Kalibrierung des Tails zusätzliche Experteneinschätzungen. Daten für diese Extremereignisse liegen in der Versicherungstechnik wegen des seltenen Eintritts typischerweise nicht oder nur in unzureichender Qualität vor.

Die Wahl einer konkreten Copula statt einer anderen lässt nicht pauschal auf die Güte der Modellierung schließen. Diese ist nur in Verbindung mit (detaillierten) Informationen zum Risikoprofil und Abhängigkeitsstrukturen zu bewerten.

### **3.2. Schwerpunkte der internen Steuerung und Materialität**

Die Schwerpunkte der internen Steuerung sind gemäß allgemeiner Anforderungen an das Enterprise Risk Management (ERM) eng mit dem Risikoprofil verknüpft. Daraus ergibt sich naturgemäß – unter Solvency II kodifiziert im Use Test – eine quasi untrennbare Verbindung der Modellierung mit dem konkreten Anwendungszweck aber auch der Materialität der modellierten Aspekte und Teilportfolien.

Insbesondere bei den Beispielen in dieser Gruppe ist der Übergang zwischen Risikoprofil, Schwerpunkt der internen Steuerung sowie praktische Grenzen der Modellierung fließend. Beispielsweise werden aufgrund eines spezifischen Risikoprofils bestimmte Aspekte als Schwerpunkte der internen Steuerung und damit des Modells im Fokus sein und werden auch wegen einer besseren Verfügbarkeit von Daten für große und relevante Bestände statistische Grenzen für eine granulare Modellierung leichter zu überwinden sein.

### **Beispiel 3.2.1: Granularität der Aktienmodelle**

Je nach Exposure der Kapitalanlagen in Aktien kann es durchaus sinnvoll sein, Modelle unterschiedlich granular aufzusetzen. Zwei Beispiele sind:

1. Das Aktien-Exposure ist gering und es wird in ein DAX-nahes Portfolio investiert. Hier ist es naheliegend, das Risiko durch einen Risikotreiber, der den DAX abbildet, zu modellieren.
2. Das Aktien-Exposure ist vergleichsweise groß, es wird (teilweise strategisch) in Einzeltitel investiert und zur Absicherung werden komplexere Hedging-Strategien genutzt. Hier bietet es sich an, zumindest für die materiellen Einzeltitel und die dafür angesetzten Hedging-Instrumente eigene Risikotreiber im Modell vorzusehen.

Beide Modelle können für das jeweils beschriebene Risikoprofil grundsätzlich angemessen sein: Das im einfachen Modell zu kleinen Anteilen bestehende Basisrisiko einer Abweichung des tatsächlichen Portfolios vom modellierten Index wird dort nicht explizit modelliert. Es wird approximativ angenommen, dass das Portfolio zu jedem Zeitpunkt nah genug am DAX liegt. Im komplexeren Modell kann das Basisrisiko genauer abgebildet werden.

Allerdings wird sich typischerweise das Ergebnis auf mittleren Kapitalmarktpfaden für das DAX-nahe Portfolio nicht wesentlich vom einfachen Modell unterscheiden, auf extremen Pfaden können die Ergebnisse aber sehr unterschiedlich ausfallen. Die Materialität solcher Abweichungen für die Berechnung der Kapitalanforderung bzw. die interne Steuerung ist in beiden Fällen spezifisch zu bewerten.

Für zwei Versicherungsunternehmen mit DAX-nahem Aktienportfolio kann es bspw. dann zu unterschiedlichen Ansätzen kommen, wenn einer der beiden Versicherer Teil einer Gruppe ist, deren gruppeninternes Modell aufgrund entsprechender Risikoprofile anderer Unternehmen der Gruppe eine detaillierte Modellierung vorsieht und das Unternehmen mit DAX-nahem Portfolio die entsprechenden Prozesse und granularen Ansätze nutzt, ohne dass dies zwingend aus Sicht des Risikoprofils wäre.

### **Beispiel 3.2.2: Relative Materialität von Risiken**

*Sterblichkeitstrends im Sterblichkeitsrisiko in der Lebensversicherung:*

Obwohl in der Lebensersterversicherung und in der Lebensrückversicherung grundsätzlich gleiche biometrische Risiken versichert werden, ist das relative Gewicht der biometrischen Risiken gegenüber bspw. dem Risiko der Kapitalanlageergebnisse in der Lebensrückversicherung im Vergleich zu einem klassischen Lebensersterversicherer mit Vollsortiment ausgeprägter. Dieser Realität folgend werden in der Lebensrückversicherung die stochastische biometrische Modellierungen und die Modellierung biometrischer Trends von relativ höherer Bedeutung sein.

So ist die Anwendung von Best-Estimate Sterblichkeitstrends und die Antizipation der zukünftigen Sterblichkeitsverbesserungen für die Bestände von Risikolebensversicherungen bei deutschen Lebensersterversicherern nicht die Regel, hingegen

aber z. B. in Großbritannien oder bei Lebensrückversicherern durchaus üblich. Wesentlicher Grund für die unterschiedliche Berücksichtigung von Trends bereits in der Steuerung und damit folglich auch in der Risikomodellierung ist die unterschiedliche Bedeutung für Geschäftsentscheidungen:

- Mit der Vorgabe zur Verwendung vorsichtiger Rechnungsgrundlagen in Deutschland unter HGB im Zusammenspiel mit einer durch die Mindestzuführungsverordnung (MindZV) geforderten hohen Beteiligung der Versicherungsnehmer an den Risikogewinnen auf der Ebene der Gesamtunternehmenssteuerung ist die Berücksichtigung von Best-Estimate Sterblichkeitstrends bei vielen Lebenserstversicherern kaum relevant. Nachdem etwas Vergleichbares wie die MindZV in Großbritannien oder für Lebensrückversicherer nicht existiert, muss dort bereits in der Unternehmenssteuerung explizit ein Sterblichkeitstrend berücksichtigt werden.
- Kleine Portfolien bieten möglicherweise keine ausreichend stabile Datengrundlage für ein offensiveres Pricing in der ex-ante Prämienkalkulation ggf. aber mehr Spielraum in der ex-post Steuerung der Netto-Prämie durch Gewinnbeteiligung.

#### *Naturgefahrenmodellierung in der Sachversicherung:*

Für Unternehmen mit einem sehr kleinen Naturgefahren-Exposure, für das bspw. Tail-Ereignisse mit geringer Wahrscheinlichkeit durch die geringen Gewichte nicht materiell sind, kann es grundsätzlich in Frage kommen, die Schadenmodellierung mit Hilfe von mathematisch-statistischen Ansätzen auf Basis der eigenen Schadenhistorie und der Planung der Bestandsentwicklung aufzusetzen.

Für Unternehmen mit großem Naturgefahren-Exposure kann und wird es in der Regel erforderlich sein für Ereignisse mit sehr hohen Wiederkehrperioden, die sehr große Schäden verursachen können, für die aber in der Regel kaum Schadenerfahrung vorliegt, weitere externe Informationen für die Modellierung einzubeziehen. Hierzu werden bspw. neben historischen Schadendaten geophysikalische Modelle herangezogen, die auf Basis meteorologischer Informationen synthetische Naturgefahrenereignisse modellieren und daraus die resultierenden Schäden für den vorgegebenen Versicherungsbestand ermitteln.

#### *Fazit*

In beiden Beispielen können die Ansätze zu unterschiedlichen Kapitalanforderungen führen. Diese Unterschiede spiegeln die Vorgehensweise der Gesellschaften zur Unternehmenssteuerung wider, daher können die Ansätze grundsätzlich das Risiko angemessen bewerten. Unterschiede in der Modellierung und den Ergebnissen sowie deren Angemessenheit sind allerdings ohne Kenntnis der Steuerungslogik und der Materialität nur eingeschränkt beurteilbar.

### **Beispiel 3.2.3: Granularität in den Tarifierungsannahmen**

Sowohl in der Lebens- als auch in der Schadenversicherung werden in der Preisfestsetzung und Vertriebssteuerung unternehmensspezifische Merkmale eingesetzt, die in der Modellierung (auf Gesamtunternehmensebene) geeignet zu berücksichtigen sind, sofern sie materiell sind.

In der Risikolebensversicherung werden bspw. berücksichtigt: Raucherstatus, Body-Mass-Index oder Berufsgruppen. In den Sparten, die durch Naturgefahren beeinflusst sind, ist die geographische Lage der Risiken von entscheidender Bedeutung. In der Kraftfahrzeugversicherung ist z. B. relevant, ob es sich um private Risiken oder Flottengeschäft handelt. Die relative Gewichtung kann durch Vertriebsschwerpunkte und geographische Besonderheiten beeinflusst sein und wird dann auch entsprechend für die Unternehmenssteuerung und folgerichtig auch in der Risikomodellierung berücksichtigt. Die Effekte sind analog Beispiel 3.2.2 zu bewerten.

### **Beispiel 3.2.4: Absicherung durch Rückversicherung**

Je nach Umfang und Bedeutung der Rückversicherungsprogramme ist eine unterschiedliche Granularität der Modellierung der Rückversicherungsprogramme notwendig, um eine angemessene Abbildung der Risikoposition zu erreichen.

Als Beispiel sollen zwei Versicherungsunternehmen herangezogen werden, die beide in der Feuerversicherung aktiv Versicherungen anbieten. Ein Unternehmen setzt als Rückversicherungsschutz einen Quotenvertrag ein, das andere Unternehmen einen Summenexzedenten-Rückversicherungsvertrag. Während im ersten Fall eine Brutto-Modellierung mit anschließender quotaler Aufteilung ausreichen kann, ist im zweiten Fall bei gegebener Materialität in der Regel eine explizite Netto-Modellierung vorzunehmen, um den Rückversicherungsschutz angemessen abzubilden, da dieser von der Versicherungssumme der einzelnen Verträge abhängig ist. Dies kann z. B. über eine detailliertere Brutto-Modellierung unter geeigneter Berücksichtigung der Versicherungssummen und anschließender Abbildung der Rückversicherungswirkung erreicht werden.

Auch wenn das Netto-Risikoprofil eine explizite Modellierung nahelegt und dies für die Steuerung des spezifischen Rückversicherungsprogramms wünschenswert sein wird, kann eine geringe relative Materialität im Gesamtbestand für die SCR-Berechnung auf Gesamtebene zu einer anderen Entscheidung führen und die Steuerung durch zusätzlich Instrumente unterstützt werden.

## **3.3. Praktische bzw. technische Grenzen der Modellierung**

Einer theoretisch idealen Modellierung werden in der Praxis insbesondere Grenzen gesetzt durch Beschränkungen der

- Verfügbarkeit von Daten und deren statistischer Validität
- Leistungsfähigkeit von IT-Systemen
- Zeitrestriktionen beim Einsatz in der operativen Planung und Steuerung



Daher müssen insbesondere abgewogen werden

- Genauigkeit und
- Granularität

gegen

- Aufwand für Material und Personal
- Zeit
- Modellstabilität.

Es sind also unter Wahrung geeigneter Gütekriterien nach den Prinzipien von Proportionalität und Materialität Approximationstechniken zu finden. Auch können bspw. Abhängigkeiten nur näherungsweise berücksichtigt werden, wenn keine stabile Datengrundlage zur Verfügung steht, welche eine exaktere Modellierung erlaubt.

### **Beispiel 3.3.1: Storno in der Lebensversicherung – Anzahl der Risikofaktoren**

Das Stornorisiko gehört aufgrund der Vielzahl potentieller Einflussfaktoren sowie Determinanten, ob Verlust oder Gewinn eintreten, zu den komplexesten Risiken in einem internen Modell: Renditen an den Kapitalmärkten, Höhe der Garantien in den Produkten, Höhe der Margen, Interaktionen zwischen Produkten sowie Bewertungsreserven oder –lasten auf der Aktivseite etc.

Im deutschen Markt hat sich als Standard etabliert, Abhängigkeiten von der Entwicklung der Kapitalmärkte explizit als sogenanntes „dynamisches Storno“ zu modellieren. Insofern beinhalten die Finanzrisiken auch entsprechende Stornokomponenten.

Auch ohne finanzgetriebene Stornokomponenten bleibt das Stornorisiko immer noch komplex. Die Gesellschaften haben unter anderem die folgende Modellierungsalternativen in Bezug auf die Risikofaktoren – getrieben aus Verfügbarkeit von Daten bzw. Verlässlichkeit von Expertenschätzungen sowie Komplexität und Stabilität:

- Geringe Anzahl der Risikofaktoren im Risikomodell:

In diesem Fall sollten die explizit modellierten Risikofaktoren die gesamte Komplexität des Stornorisikos möglichst gut approximieren.

Z. B. können die Versicherungsnehmeroptionen wie Storno, Beitragsfreistellung oder Kapitalwahl im stochastischen Risikomodell für eine Produktgruppe zusammen modelliert werden. Die entsprechende Parametrisierung des aggregierten Risikos basiert auf der Analyse und Aggregation der Komponenten.

- Größere Anzahl der Risikofaktoren für verschiedene Versicherungsnehmeroptionen und Produkte:

Diese Vorgehensweise erfordert die Parametrisierung der Risikofaktoren und insbesondere die Spezifikation ihrer Abhängigkeitsstruktur, d. h. Interaktionen zwischen den Stornokomponenten und anderen Risiken. In diesem Fall kann

die Anzahl der im Risikomodell betrachteten Risikofaktoren sehr groß sein.

Des Weiteren muss der multidimensionale Zusammenhang (Copula) zwischen Risikofaktoren (Stornorisiken und andere Risiken) und der Reaktion mit den Verbindlichkeiten (Verlustfunktion) parametrisiert werden. Auch hier steigt erheblich die Komplexität der Parametrisierung mit der Anzahl der Risikofaktoren.

Die Unternehmen haben ein sehr breites Spektrum an Möglichkeiten das Stornorisiko in ihrem internen Modell zu berücksichtigen. In manchen Fällen werden die oben genannten Ansätze zu unterschiedlichen Resultaten führen.

Entscheidend ist die Angemessenheit der Modellierung entlang der statistischen Qualitätsstandards. Dies schließt ein:

- Alle wesentlichen Risiken, die von den Versicherungsnehmeroptionen wie Storno, Beitragsfreistellung oder Kapitalwahl getrieben sind, wurden berücksichtigt.
- Die Interaktionen zwischen Risiken wurden ausreichend abgebildet.
- Die Ergebnisse des Modells stehen im Einklang mit Erfahrungswerten und evtl. Annahmen der Unternehmenssteuerung.
- Potentielle Vereinfachungen bei der Parametrisierung der Risiken und der Abhängigkeitsstruktur führen zu keiner materiellen Verfälschung der Abbildung des Risikoprofils.

### **Beispiel 3.3.2: Nicht-finanzielle Risiken – Explizite oder implizite Modellierung von Volatilitätsrisiko**

Auch in internen Modellen sind für biometrische Risiken (wie Sterblichkeit, Langlebigkeit, Invalidität/Morbidität) sowie Kostenrisiken die typischen Risikokomponenten Volatilität, Höhe (Level/Basis) und Trend (für die Standardformel vgl. Artikel 105 Solvency-II-Richtlinie<sup>5</sup>).

Für große und ausgewogene Bestände ist zu erwarten, dass Volatilität (mit Ausnahme von Katastrophenrisiken) eine nur geringe Rolle spielt. Die Gesellschaften haben die folgenden Optionen:

- Volatilität nicht zu modellieren, wenn sie nachweisen können, dass das Volatilitätsrisiko immateriell ist;
- Volatilität in anderen Risikokomponenten explizit oder implizit zu berücksichtigen;
- Volatilität separat zu modellieren, ggf. unter wesentlichem Anstieg der Modellkomplexität und -größe.

Alle drei Ansätze sind grundsätzlich möglich und können bei geeigneter Kalibrierung zur gleichen Gesamtkapitalanforderung führen. Allerdings kann der Eindruck

---

<sup>5</sup> Richtlinie 2009/138/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25.11.2009

entstehen, dass die unterschiedliche Granularität einen grundsätzlichen Unterschied in der Qualität des Modells impliziert.

### **Beispiel 3.3.3: Finanzgarantien und sonstige vertragliche Optionen insbesondere in der Lebensversicherung – Fehlende Erfahrungswerte**

Finanzgarantien und sonstige vertragliche Optionen sind nach Artikel 79 der Solvency-II-Richtlinie bei der Berechnung des besten Schätzwerts der versicherungstechnischen Rückstellungen zu berücksichtigen und alle daraus entstehenden Risiken in internen Modellen abzubilden (Artikel 121 (7) Solvency-II-Richtlinie). Die Optionen wie z. B. dynamisches Versicherungsnehmerverhalten oder das Recht auf zukünftige Überschussbeteiligung sind für das deutsche gewinnberechtigte Geschäft wesentlich.

Um eine reichhaltige Verteilung möglicher Realisationen der Zahlungsströme zu generieren, müssen die Modelle auch in Szenarien kalibriert werden, zu denen keine Praxiserfahrungen vorliegen wie z. B.:

- Kapitalanlagestrategie und Überschussbeteiligung in Extremzinspfaden: Sowohl in extremen Hochzinspfaden als auch in extremen Niedrigzinspfaden mit deutlich negativen Zinsen fehlen bisher praktische Erfahrungen zur Festlegung einer richtigen Investment-Strategie oder Überschuss-Politik. Es besteht keine Möglichkeit, diese auf historischen Daten zu verifizieren (Backtesting).
- Dynamisches Storno in Extremfällen: Seit Jahren fallen die Zinsen in Europa. Es ist unklar, wie die Kunden der deutschen Lebensversicherer auf plötzlich steigende Zinsen reagieren würden. So ein Szenario sollte allerdings im Rahmen der Parametrisierung von dynamischen Versicherungsnehmerverhalten berücksichtigt werden.

Die zu treffenden Annahmen werden daher auf Expertenschätzungen beruhen und wahrscheinlich eine gewisse Bandbreite aufweisen – zum Teil auch begründet durch die unterschiedliche Geschäftsstrategie der Unternehmen. Eine hohe Bedeutung kommt damit der Analyse der Modellsensitivität und der Validierung zu.

### **Beispiel 3.3.4: Auswahl und Parametrisierung von Copulae für gemeinsame Verteilungen**

Es kann sehr schwierig sein, Modelle für eine gemeinsame Verteilung mehrerer Risikotreiber zu finden. Die Randverteilungen lassen sich oft noch hinreichend gut bestimmen und kalibrieren. Allerdings ist es häufig nicht möglich, Abhängigkeitsstrukturen zwischen den Randverteilungen zu modellieren und deren Parameter robust zu schätzen. Die Abhängigkeitsstrukturen werden im allgemeinen über Copulae definiert, wobei es in der Praxis häufig nicht möglich ist, die „eine richtige“ Copula auszuwählen, da die benötigten Daten gerade im Bereich hoher Wiederkehrperioden oft nur unzureichend vorliegen.

Die Modellierung von Naturgefahren ist ein relevantes Beispiel in diesem Themenfeld. Hier liegen für hohe Wiederkehrperioden kaum Daten zur Modellierung von Abhängigkeiten vor. Ggf. können hier geophysikalische Modelle herangezogen

werden, die auf Basis meteorologischer Informationen synthetische Naturgefahrenereignisse inkl. der Abhängigkeiten modellieren (z. B. Sturm und Überschwemmung). Diese Modelle füllen dann einen Teil der Lücke durch synthetische Daten, können aber den Mangel an Erfahrungsdaten nicht grundsätzlich beheben.

### **Beispiel 3.3.5: Anzahl der Szenarien bei der Monte Carlo Berechnung**

Die Monte Carlo Methode hat sich bei europäischen Versicherern als der Ansatz für die Risikokapitalberechnung etabliert. Bei diesem Verfahren werden alle materiellen Risiken simuliert und die Auswirkung auf die Eigenmittel aus der Simulation ermittelt. Die gesamte Verlustverteilung (inkl. SCR) wird auf der Basis einer stochastischen Stichprobe approximiert. In einer idealen Welt soll die Anzahl der Szenarien gegen unendlich streben. In der Realität aber sind die Ressourcen der Gesellschaften begrenzt.

Die Monte Carlo Methode ist damit approximativ. Die Anwendung anderer Zufallszahlen oder die etwas höhere oder kleinere Anzahl der Risikoszenarien wird zu einem anderen Ergebnis führen. In einem robusten Internen Modell sollten solche Veränderungen keine materielle Auswirkung auf SCR und alle management-relevanten Größen haben.

Auf dieser Basis kann man a priori nicht beurteilen, ob ein Modell mit 1 Million Risikoszenarien genauer ist als ein Modell mit 50.000 Szenarien. Insofern mag bspw. ein Vergleich der reinen Anzahl simulierter Szenarien ein auf den ersten Blick einfaches Kriterium für den Vergleich der Güte von Modellen sein, ohne weitere Detailinformationen ist aber tatsächlich diese Güte kaum zu bewerten. Bspw. kann und wird die Konvergenzgeschwindigkeit vom Risikoprofil und insbesondere der Wechselwirkung von Risiken sowie den eingebetteten Optionen und Garantien abhängen.

### **3.4. Wahl zwischen grundsätzlich gleichwertigen mathematisch, statistischen Methoden und Datenquellen**

In einigen Bereichen können Unternehmen bei der Modellierung aus verschiedenen Modellansätzen und statistischen Methoden wählen. All diese Ansätze können angemessen auf die Risikosituation des Unternehmens kalibriert werden, ergeben dann auch einen ähnlich hohen Kapitalbedarf und sind damit auch grundsätzlich für die Bestimmung des SCR geeignet. Im Detail (sei es auf Einzelpfaden oder auf anderen Quantilen als dem VaR 99,5 Prozent) können die Modelle aber ein sehr grundlegend unterschiedliches Verhalten zeigen. Außerdem weisen solche Ansätze in der Regel im Hinblick auf die Anforderungen gemäß der Gründe 1–3 (Risikoprofil & Geschäftsstrategie, Schwerpunkte der internen Steuerung & Materialität, praktische bzw. technische Grenzen der Modellierung) unterschiedliche Stärken und Schwächen auf, sind aber grundsätzlich geeignet mathematische, statistische und entsprechende regulatorische Anforderungen zu erfüllen. Die folgenden Beispiele sollen das genauer verdeutlichen.

### **Beispiel 3.4.1: Kopplung der Aktiv- und Passivseite**

Für die Kopplung der Aktiv- und Passiv-Seite sind verschiedene Approximationsverfahren marktüblich, um bei der Risikobewertung zu vermeiden, Stochastik in der Stochastik rechnen zu müssen. Eine solche vollstochastische („nested stochastic“) Bewertung verbietet sich typischerweise wegen der unverhältnismäßig langen Laufzeiten der Simulation. Typischerweise angewendete Verfahren sind:

- „Curve Fitting“: Für eine begrenzte Anzahl von Schocks / Sensitivitäten („äußere Szenarien“) zu den Risikofaktoren werden möglichst viele stochastische Szenarien zur Bewertung („innere Szenarien“) der Verpflichtungen (oder der Eigenmittel) verwendet und aus diesen Werten ein funktionaler Zusammenhang geschätzt, d. h. über geeignet kalibrierte Funktionen (z. B. Splines oder Polynome) approximiert.
- „Least Square Monte Carlo“: Für eine hohe Anzahl „äußerer Szenarien“ wird der Wert der Verpflichtungen (oder der Eigenmittel) auf Basis einer sehr niedrigen Anzahl „innerer Szenarien“ bestimmt. Auf dieser „Punktwolke“ werden über kleinste Quadrate Methoden Funktionen für die Risikokapitalberechnung per Monte-Carlo-Simulation kalibriert.
- Replicating Portfolio: Die Stochastik in der Stochastik wird vermieden indem versucht wird, analytisch bewertbare Kapitalanlagen zur Approximation der Verpflichtungen auf einer mittleren Menge von Szenarien zu kalibrieren und diese in einer Monte-Carlo-Simulation auszuwerten.

Es gibt aber auch Unternehmen, die keine Approximationsverfahren bei der Kopplung zwischen der Aktiv- und Passivseite einsetzen. Um exakt rechnen zu können, verwenden sie allerdings weitgehend analytische Methoden und umgehen so trotz der exakten Bewertung die Stochastik in der Stochastik. Damit ist aber die Wahl der Verteilungsannahmen der Risikotreiber auf der Aktiv- und Passivseite deutlich eingeschränkt und die Approximation muss teilweise dorthin verlagert werden.

Alle drei Approximationsverfahren und die exakte analytische Bewertung haben ihre Vor- und Nachteile. Modelle lassen sich grundsätzlich so kalibrieren, dass alle vier Verfahren hinsichtlich des Sicherheitsniveaus und der Kapitalanforderung zu i.w. gleichen Ergebnissen führen. Es ist aber offensichtlich, dass wegen der grundsätzlich unterschiedlichen Vorgehensweise auf Einzelpfaden der Simulation die vier Ansätze ein sehr unterschiedliches Verhalten zeigen können. Da Informationen auf dieser Detailstufe extern nicht verfügbar sind, können daraus entstehende Abweichungen zwischen den vier Ansätzen kaum von externen Analysten nachvollzogen werden. Ein direkter Vergleich aller Modelleigenschaften ist daher sehr schwierig.

### **Beispiel 3.4.2: Modellierung des Kredit-Risikos**

Eines der aktuell wesentlichen Risiken in den Risikoprofilen deutscher Versicherungsunternehmen ist das Kreditrisiko. Auch hier existieren verschiedene Modellansätze, die ganz unterschiedliche Eigenschaften haben.

- Faktor-Modelle ähnlich der Standardformel: Faktoren werden geeignet auf das eigene Portfolio (ggf. mit beobachteten und aus dem Markt abgeleiteten Ausfall- und Migrationsraten) kalibriert. Faktoren müssen zudem so gesetzt werden, dass die implizite Diversifikation berücksichtigt wird, d. h. dass nach der Aggregation mit den anderen Risikotreibern die Kapitalanforderung auf ein 99,5%-Quantil kalibriert ist und nicht bereits die einzelnen Faktoren der Ratingklassen – sonst besteht die Gefahr das Risiko zu überschätzen. Faktoren sind damit stark vom Risikoprofil des Unternehmens und den Diversifikationseffekten abhängig.
- Asset-Value Modelle (z. B. CreditMetrics oder KMV): Das Kreditrisiko wird auf Basis der stochastischen Entwicklung des Wertes der Aktiva des Kreditnehmers bestimmt. Dazu muss je Schuldner oder „homogenem Aggregat“ (z. B. Ratingklasse) ein stochastischer Prozess kalibriert und simuliert werden.
- Ausfallraten-Modelle (z. B. CreditRisk<sup>+</sup> oder Credit Portfolio View): Die Ausfallraten des Kreditrisikos werden direkt simuliert, Migration der Risiken muss zusätzlich noch über ein dem Asset-Value Modell vergleichbares Modell angepasst werden.

Für die Kalibrierung von Ausfallraten, Migrationen der Ratings und deren Korrelationen geeignete Methoden festzulegen, ist bei stochastischen Modellen die große Herausforderung. Wie M. Wahrenburg und S. Niethen in ihrem Artikel<sup>6</sup> zeigen konnten, führt eine zuerst augenscheinlich konsistente Modellwahl und Kalibrierung an den gleichen Marktdaten eines Modells nach CreditMetrics (Asset-Value-Modell) und CreditRisk<sup>+</sup> (Ausfallraten-Modell) zu äußerst unterschiedlichen Ergebnissen. Erst eine Umrechnung der Marktkorrelationen in CreditMetrics in die implizit in CreditRisk<sup>+</sup> angenommenen Korrelationen führte zu vergleichbaren Solvenzkapitalzahlen.

Zudem besteht die zusätzliche Herausforderung, dass wegen der für die teilweise eher illiquiden Kredit-Risiko-Portfolien der Versicherungsunternehmen zusätzliche Annahmen auf Basis von Experteneinschätzungen getroffen werden müssen, da nicht alle Informationen zuverlässig aus Marktdaten zu beobachten sind. Es wird daher für externe Analysten kaum möglich sein die Modelle und deren Kalibrierung so ineinander überzuführen, dass ein Vergleich der Modelle im Detail tatsächlich gelingt.

Was an diesem Beispiel exemplarisch für das Kredit-Risiko gezeigt wurde, kann in ähnlicher Form auch auf andere Marktrisikokomponenten wie Zins und Aktien übertragen werden.

### **Beispiel 3.4.3: Ebene der Modellierung gemeinsamer Verteilungen**

Um eine reichhaltige Wahrscheinlichkeitsverteilungsprognose zu erzeugen, ist die Modellierung von Abhängigkeiten zwingend. Allerdings ist nicht ex-ante festgelegt, auf welcher „Ebene“ Abhängigkeiten zu modellieren sind. In Frage kommen kann

---

<sup>6</sup> Vergleichende Analyse alternativer Kreditrisikomodelle, Kredit und Kapital Heft 2

beispielsweise die Modellierung der Abhängigkeiten auf der Ebene einer gemeinsamen Ereignisverteilung für alle berücksichtigten Risiken oder die Aggregation auf Ebene von Verlustverteilungen für Gruppen von Risiken.

Die diesbezügliche Entscheidung kann geprägt werden durch technische Gegebenheiten und Möglichkeiten, den Modellansatz insgesamt, die Verfügbarkeit von Daten oder Schwerpunkte der internen Steuerung.

Je nach Wahl kann es ein Vergleich von Diversifikationseffekten – analog zu dem vorherigen Beispiel zum Kreditrisiko – erfordern, sehr genau die Ebenen und Effekte zu definieren und zu bestimmen, die tatsächlich eine direkte Gegenüberstellung sinnvoll erlauben.

Nicht unüblich sind unterschiedliche Zuschnitte im Bereich Kreditrisiko von Kapitalanlagen: Beispielsweise könnte ein Unternehmen das Kreditrisiko mit den Komponenten kurzfristige Wertschwankungen („pure spread“), Veränderung von Bonitätseinschätzungen („migration“) und Ausfall („default“) für Kapitalanlagen zusammen mit den sonstigen Marktrisiken (wie Zinsen, Aktien, Immobilien) modellieren und entsprechend den Kapitalbedarf ausweisen. In einem anderen Ansatz könnten, „default“ und „migration“ von „pure spread“ getrennt aber zusammen mit den entsprechenden Risiken für bspw. Rückversicherung modelliert werden. Eine unmittelbare Gegenüberstellung der Risiken für Kapitalanlagen wäre nur über für diesen Zweck durchgeführte Rechnungen möglich, deren Ergebnisse aber ggf. eine nur eingeschränkte Sicht auf Eigenschaften der Verteilungen in den jeweiligen Modellierungsansätzen erlauben würden.

### **3.5. Sonstige Gründe**

Diese Kategorie beinhaltet generisch alle nicht den oben genannten Kategorien zuzuordnenden Gründe. Dazu gehört insbesondere die Anwendung expliziter regulatorischer Optionen, wie Volatilitätsanpassung und Übergangsmaßnahmen für die versicherungstechnischen Rückstellungen und deren Abbildung in der Risikokapitalberechnung („indirekte Option“).

#### **Beispiel 3.5.1: Anwendung der Volatilitätsanpassung (VA)**

Gemäß Artikel 77d der Rahmenrichtlinie dürfen Versicherungsunternehmen in bestimmten Fällen zur Bestimmung der versicherungstechnischen Rückstellungen die sogenannte Volatilitätsanpassung der maßgeblichen risikofreien Zinskurve anwenden. Dies strahlt auf die Berechnung der Kapitalanforderungen aus.

Der Wert der versicherungstechnischen Rückstellungen und der Kapitalanforderungen mit VA ist (im Regelfall) kleiner als ohne VA – ein direkter Vergleich zwischen Unternehmen ähnlicher Größenordnung und ähnlichen Risikoprofilen hätte eine evtl. unterschiedliche VA-Praxis zu berücksichtigen.

In internen Modellen kann es nach aktueller Marktpraxis in Europa grundsätzlich auch in Frage kommen, die Volatilitätsanpassung in der Risikoberechnung abhängig vom sogenannten „pure credit spread“ zu bestimmen (sogenanntes „dynamisches VA“). Dies wirkt zusätzlich dämpfend auf spread-abhängige Kapitalanforderungen.

Als Teil der regulatorischen Anforderungen sind mit dem Ziel der Transparenz und Vergleichbarkeit ab 2017 die Auswirkungen der Anwendung der Volatilitätsanpassung auf Eigenmittel und Kapitalanforderung explizit auszuweisen. Wegen dieser Transparenz ist eine Vergleichbarkeit der Modelle unter diesem Aspekt nicht eingeschränkt.

### **Beispiel 3.5.2: Übergangsmaßnahmen z. B. bei risikofreien Zinssätzen**

Artikel 308c der Rahmenrichtlinie erlaubt den Versicherungsgesellschaften, bei vorheriger Genehmigung durch die zuständige Aufsichtsbehörde, eine vorübergehende Anpassung der maßgeblichen risikofreien Zinskurve. Die Anpassung wird als Anteil der Differenz zwischen dem heutigen Rechnungszins und dem Solvency-II-Zinssatz berechnet und linear bis zum 1. Januar 2032 amortisiert. Auch in diesem Fall wird die Vergleichbarkeit durch eine Offenlegung der Auswirkung der Übergangsmaßnahmen im Bericht über Solvabilität und Finanzlage erreicht.

## **4. Mögliche Antworten zu typischen Fragen**

Dieser Abschnitt greift die Überlegungen zur Klassifizierung von Gründen für Unterschiede der Modellierung und der Modellergebnisse (Unterabschnitt 2.2) sowie die konkreten Beispiele aus Abschnitt 3 auf, um die motivierenden Fragen aus Abschnitt 2 exemplarisch zu beantworten.

Ziel ist, anhand dieser Beispiele Anregungen zu geben, wie die Ansätze des Papiers in der Praxis unter dem Blickwinkel einer konkreten Fragestellungen zu einer generischen aber holistischen Antwort verbunden werden können.

**Frage:** Solvency II schreibt ein einheitliches Sicherheitsniveau vor. Wieso sollten interne Modelle nicht grundsätzlich vergleichbar sein?

**Antwort:** Ein einheitliches Sicherheitsniveau ist das entscheidende Ziel und Kriterium. Um dies zu erreichen, werden interne Modelle auf das konkrete Risikoprofil eines Unternehmens maßgeschneidert. Eine unmittelbare, direkte Vergleichbarkeit der Modelle, Methoden und Ergebnisse ist nicht das primäre Ziel. Vielmehr kann und gibt es in der Regel gute Gründe dafür, dass interne Modelle im Detail aber auch strukturell verschieden sind. In der Konsequenz sind interne Modelle „vergleichbar“, d. h. sie sind einem Vergleich zugänglich, dessen Ergebnis eben aber auch Unterschiede sein können. Insbesondere ist das Risikoprofil maßgeblich für die konkreten Kapitalanforderungen in der Höhe und in der Aufteilung auf verschiedene Risiken – selbst bei sonst identischer Modellierung.

Kernanforderung an interne Modelle ist deren Verwendung zur internen Steuerung, aus der sich in Verbindung mit der Geschäfts- und Risikostrategie auch bei grundsätzlich ähnlichem Versicherungsbestand Unterschiede in den Schwerpunkten der Methoden und Modelle ergeben können.

Einschränkungen für eine unmittelbare Gegenüberstellung interner Modelle und ihrer Ergebnisse können sich insbesondere auch aus dem Zuschnitt des Modells auf die Risiken ergeben – von einem holistischen, einheitlichen Ansatz bis hin zu einer hoch-granularen Ebene einzelner „Risikotreiber“.



Darüber hinaus müssen die Unternehmen grundsätzlich abwägen zwischen der Anforderung, dass das Modell geeignet sein muss um alle wesentlichen Eigenschaften des Portfolios sowohl auf der Aktiv- als auch auf der Passivseite angemessen abzubilden, und potentiellen praktischen und technischen Grenzen der Modellierung (Ressourceneffizienz, Handhabbarkeit, Robustheit und Geschwindigkeit).

Dies kann dazu führen, dass Unternehmen mit einer hohen Exponierung in einzelnen Risiken diese Risiken auch deutlich granularer und detaillierter modellieren als Unternehmen für die diese Risiken weniger relevant sind und bspw. aus diesem Grund unter grundsätzlich gleichwertigen mathematischen, statistischen Methoden und Modellen auswählen, die untereinander nicht notwendig direkt gegenübergestellt werden können.

Darüber hinaus können auch regulatorische Spielräume wie die Anwendung von Übergangsmaßnahmen zu Unterschieden in der Modellierung führen.

**Frage:** Der Kapitalmarkt und die Risiken, denen sich Unternehmen dort stellen müssen, sind grundsätzlich gleich. Woraus entstehen Unterschiede in den Modellen und Risikokenngrößen der Unternehmen?

**Antwort:** Entscheidend für die Risikokenngrößen der Unternehmen sind das Risikoprofil und die Geschäfts- und Risikostrategie. Das Sicherheitsniveau sollte für alle Unternehmen gleich sein, allerdings kann die Wahl zwischen grundsätzlich angemessenen und gleichwertigen Methoden dazu führen, dass der Schnitt von Modellen und damit deren Ergebnisse auch bei sonst gleichen Ausgangsvoraussetzungen eine detaillierte Untersuchung erfordern, um Vergleiche anstellen zu können.

Beispielsweise ist es möglich, dass das Kreditrisiko mit den Komponenten kurzfristige Wertschwankungen („pure spread“), Veränderung von Bonitätseinschätzungen („migration“) und Ausfall („default“) für Kapitalanlagen von einem Unternehmen zusammen mit den sonstigen Marktrisiken (wie Zinsen, Aktien, Immobilien) modelliert und ausgewiesen wird, während ein anderes Unternehmen, „default“ und „migration“ separat modelliert und zusammen mit den entsprechenden Risiken für bspw. Rückversicherung ausweist.

Unternehmen haben abzuwägen, welche dieser Methoden sie einsetzen, um zum einen alle wesentlichen Eigenschaften des Portfolios sowohl auf der Aktiv- als auch auf der Passivseite angemessen abzubilden und der internen Steuerung zugänglich zu machen. Auf der anderen Seite sind Ressourceneffizienz, Handhabbarkeit, Robustheit und Geschwindigkeit wesentliche Kriterien. Unternehmen mit einer hohen Exponierung in einzelnen Risiken und/oder ausgefeilten Risikominderungsstechniken werden diese Risiken auch deutlich granularer und detaillierter modellieren als Unternehmen für die diese Risiken weniger relevant sind.

**Frage:** Zwei Unternehmen sind im gleichen Segment tätig und haben vergleichbare Geschäftsmodelle. Warum gibt es Unterschiede in den Risikokenngrößen

dieser Unternehmen?

**Antwort:** Zum einen kann es auch in einer solchen Konstellation materielle Unterschiede im Risikoprofil geben: Neben Volumen und Zusammensetzung des Portfolios kann dies z. B. Resultat einer unterschiedlichen Kapitalanlagestrategie und/oder der für die Zukunft angenommenen Strategie z. B. Gewinnbeteiligung der Versicherungsnehmer in der Lebensversicherung sein. Speziell in der Schaden- und Unfallversicherung werden sich zusätzlich die Bedingungen (inkl. Zeichnungslimite, Selbstbehalte und Rückversicherungsstrukturen) unterscheiden, so dass eine exakt gleiche Exponierung zweier Unternehmen kaum zu erwarten ist. Im Einzelnen können aber auch interne Modelle voneinander abweichen und damit auch die Einzelergebnisse schwieriger vergleichbar werden, wenn die Unternehmen sich trotz vergleichbarer Geschäftsmodelle für unterschiedliche (jeweils angemessene) interne Modelle entschieden haben.

## 5. Literatur

DAV Ausschuss Investment, 2015. Proxy-Modelle für die Risikokapitalberechnung. <https://aktuar.de/ergebnisberichteundfachgrundsaeetze/Forms/AllItems.aspx>

Europäische Union, 2009. Richtlinie 2009/138/EG betreffend die Aufnahme und Ausübung der Versicherungs- und der Rückversicherungstätigkeit (Solvabilität II).

Europäische Union, 2014. Delegierte Verordnung 2015/35 der Kommission zur Ergänzung der Richtlinie 2009/138/EG des Europäischen Parlaments und des Rates betreffend die Aufnahme und Ausübung der Versicherungs- und der Rückversicherungstätigkeit (Solvabilität II).

Feldafinger Brandkasse Artikelserie. <http://www.feldafingerbrandkasse.de/>

Moody's Investors Service, 2016. Solvency II Ratios: Not Fully Comparable, Generally Comfortable Level. <http://www.moodys.com>

Wahrenburg M., Niethen S., 2000. Vergleichende Analyse alternativer Kreditrisikomodelle, Kredit und Kapital Heft 2, 235-257