Studienbericht

Version: 30. August 2012

Auftrag:

Überprüfung und Erweiterung des Vorgehens zur Berechnung der Prämien des Bundes für Versicherungen gegen nukleare Schäden auf Basis zweier Fragestellungen

Fragestellung 1:

Überprüfen der in Anhang 2 des Erläuterungsberichtes vom 12. August 2011 dargestellten Vorgehensweise auf Konformität mit Artikel 12 Absatz 2 des Kernenergiehaftpflichtgesetzes vom 13. Juni 2008

Fragestellung 2:

Erstellen einer Formel zur Berechnung der Versicherungsprämien des Bundes für Transporte von bestrahlten Brennelementen (hochaktiven Kernmaterialien) mit einem Gesamtgewicht grösser als 100kg

Autoren:

Prof. Dr. Hato Schmeiser
Tannenstrasse 21
9000 St. Gallen

Prof. Dr. Joël Wagner
Lessingstrasse 43
9008 St. Gallen

Fragestellung 1:

Überprüfen der in Anhang 2 des Erläuterungsberichtes vom 12. August 2011 dargestellten Vorgehensweise auf Konformität mit Artikel 12 Absatz 2 des Kernenergiehaftpflichtgesetzes vom 13. Juni 2008

Hintergrund

Bei der in Anhang 2 auf Seite 24 des Erläuterungsberichts (Entwurf vom 12. August) zur Kernenergiehaftpflichtverordnung dargestellten Lösung wird vereinfacht gesagt angenommen, dass das Verhältnis der Eintrittswahrscheinlichkeiten von Prämienteil 1 zu Teil 2 bei Kernkraftwerken einerseits sowie bei nuklearen Forschungsanlagen, dem BZL und Transporten von Kernmaterialien andererseits den gleichen Wert besitzt.

Es ist dabei grundsätzlich zu prüfen, ob der in obengenannten Anhang 2 beschriebene Lösungsansatz unter Berücksichtigung der gesetzlichen Anforderungen gemäss Artikel 12 KHG zulässig ist.

Anforderungen

Die gesetzlichen Anforderungen gemäss Artikel 12 KHG (insbesondere Abs. 2) verlangen, dass die Bemessungsgrundlage und die Berechnung der Prämien des Bundes versicherungstechnischen Grundsätzen entsprechen und damit das jeweilige Risiko der Anlage oder des Transportes berücksichtigen.

Vorgeschichte / berücksichtigte Lösungsansätze

Die Eintrittswahrscheinlichkeiten für die drei Teile der Prämie sind ausschlaggebend für deren Höhe und müssen entweder von Experten bestimmt, empirisch geschätzt oder aus den aktuellen Prämien unter der Annahme abgeleitet werden, dass die derzeitigen Prämien die Eintrittswahrscheinlichkeiten adäquat widerspiegeln (siehe Management Summary in Gatzert/Schmeiser, Hauptstudie in der Fassung vom 4. Dezember 2009, S. 2).

Zur Berechnung der Bundesprämie können verschiedene Prämienverfahren herangezogen werden, die auf unterschiedlichen Annahmen basieren. Diese werden in der erwähnten Hauptstudie von Gatzert/Schmeiser wie folgt beschrieben:

a) Versicherungsmathematischer Modellansatz¹

„Aufgrund der Datenlage und der Komplexität der Risiken ist es nicht möglich, ein davon unabhängiges versicherungsmathematisches Modell aufzustellen. Die

¹ Siehe Gatzert/Schmeiser, Hauptstudie in der Fassung vom 4. Dezember 2009, S. 8 f.

Nichtexistenz ausreichender Schadendaten lässt eine empirische Fundierung funktionaler Verläufe nicht zu. Des Weiteren muss eine Annahme zur funktionalen Form der Verteilung (z. B. log-logistisch, Pareto) getroffen werden, die aus denselben Gründen ebenfalls nur schwer fundiert werden kann. Aufgrund des funktionalen Verlaufs gängiger Extremwertverteilungsfunktionen (z. B. log-logistisch, Pareto) werden Grossschäden (trotzdem nur) mit geringen Wahrscheinlichkeiten berücksichtigt.“

b) Binäres Modell²

„Die Berechnungen können alternativ auch auf Basis eines binären Modells mit den aus Prämienzahlungen implizit geschätzten Eintrittswahrscheinlichkeiten unter der Annahme durchgeführt werden, dass im Schadenfall grundsätzlich der gesamte Layer betroffen ist. Alternativ können Eintrittswahrscheinlichkeiten von Experten vorgegeben werden.“

c) Aufschlagmodell³

„Eine weitere Möglichkeit ist die Einführung von Aufschlagmodellen, die gleichfalls auf den bestehenden Prämien der Privatassekuranz sowie Annahmen hinsichtlich adäquater Aufschläge für höhere Layer basieren.“

Die Hauptstudie von Gatzert/Schmeiser folgert S. 16 f:

„Die Datenlage macht [aus heutiger Sicht] statistisch nicht verifizierbare Annahmen zur Form der Schadenverteilung oder Eintrittswahrscheinlichkeiten notwendig. Um die Auswirkung der jeweils verwendeten Methode zu demonstrieren, wurden in dieser Studie daher verschiedene Ansätze zur Prämienbemessung aufgezeigt und die daraus resultierenden Bundesprämien miteinander verglichen. Bei den Prämienmethoden bilden bereits bestehende Prämien die Basis für die Berechnung der neuen Prämien (Ausnahme: Möglichkeit der Annahme von Eintrittswahrscheinlichkeiten beim binären Modell). Die Tools setzen daher voraus, dass die Prämien in der Vergangenheit dem Gesetz entsprechend den Kosten adäquat bemessen waren.“

„Aufgrund der Komplexität des Sachverhalts und der Datenlage ist die in komplexen Modellen mit Schadenverteilungsfunktionen eingeführte Scheingenauigkeit u. E. nicht besser für die Bestimmung einer adäquaten Bundesprämie geeignet als ein binäres Modell. Es ist daher die Verwendung eines binären Modells unter Annahme von Eintrittswahrscheinlichkeiten zu empfehlen.“

Aus den oben erwähnten Gründen ist die Annahme eines binären Modells zur Prämienbestimmung geeignet, bei dem der Vollschaten mit einer Wahrscheinlichkeit von $1/x$ eintritt. Dies ist als „1 nukleares Ereignis in x Jahren“ zu interpretieren.

Versicherungstechnische Modelle sind gekennzeichnet durch eine Ableitung eines Erwartungsschadens (diese korrespondierend zur so genannten Netto-Risi-

² Siehe Gatzert/Schmeiser, Hauptstudie in der Fassung vom 4. Dezember 2009, S. 9 f.

³ Siehe Gatzert/Schmeiser, Hauptstudie in der Fassung vom 4. Dezember 2009, S. 11 f.

koprämie) zuzüglich eines Sicherheitszuschlags – als Kompensation für die Risikotragung und für Betriebskosten des Risikoträgers. Dieser Anforderung wird das vorgeschlagene binäre Modell gerecht, da Erwartungswerte auf Basis von Wahrscheinlichkeiten abgeleitet werden und ein Sicherheitszuschlag – wie mit der Begleitgruppe vereinbart – angewendet wird.

Stellungnahme zur Nutzung der gleichen Eintrittswahrscheinlichkeiten bei nuklearen Forschungsanlagen, dem BZL und Transporten von Kernmaterialien

Aufgrund von ungenügendem statistischem Material und bisher nicht vorhandenen Prämienberechnungen ist eine direkt Bemessung der Eintrittswahrscheinlichkeiten für Teil 2 der Prämie bei nuklearen Forschungsanlagen, dem BZL und Transporten von Kernmaterialien nicht möglich.

Eintrittswahrscheinlichkeiten können im Fall der schweizerischen Kernkraftwerke und des Zwischenlagers Würenlingen für alle drei Teile errechnet werden. Entsprechend ist auch die relative Beziehung zwischen den Eintrittswahrscheinlichkeiten der einzelnen Teile bekannt.

Da die Teile 2 und 3 jeweils spezifischen Typen von Risiken abdecken, wird die Beziehung zwischen Teil 2 und Teil 1 einerseits und Teil 3 und Teil 1 andererseits bei den Kernkraftwerken und beim Zwischenlager Würenlingen, bei den nuklearen Forschungsanlagen, dem BZL und den Transporten von Kernmaterialien als identisch angenommen. Diese Annahme ist eine Approximation welche aufgrund fehlender weiterer statistischer Grundlagen getroffen werden kann.

Die Eintrittswahrscheinlichkeit der spezifischen Risiken in Teil 2 und 3 gegenüber Teil 1 ist durch die relative Beziehung zwischen den Eintrittswahrscheinlichkeiten der einzelnen Teile im Falle der Kernkraftwerke bekannt. Diese Beziehung der Eintrittswahrscheinlichkeiten unter verschiedenen Risiken (Teil 1 bis 3) bei Kernkraftwerken kann nach unserem Dafürhalten vor dem Hintergrund statistischer Informationen zu den spezifischen Eintrittswahrscheinlichkeiten bei nuklearen Forschungsanlagen, dem BZL und Transporten von Kernmaterialien – unter versicherungsmathematischen Aspekten wie auch unter Risikobetrachtung als geltende Approximation der Statistik bei nuklearen Forschungsanlagen, dem BZL und Transporten von Kernmaterialien – herangezogen werden.

Fazit

Aufgrund der Komplexität und Problematik bei der Anwendung von versicherungsmathematischen Modellen und den mit einer für das binäre Modell notwendigen Schätzung der Eintrittswahrscheinlichkeiten verbundenen Schwierigkeiten, insbesondere in Bezug auf die fehlende Datengrundlage (effektiv eingetretene Schäden) erachten wir trotz der damit verbundenen möglichen Inkonsistenz bezüglich der Höhe der Eintrittswahrscheinlichkeiten die in An-

hang 2 des KHV Erläuterungsberichtes beschriebene Vorgehensweise als aktuell vorzuziehende versicherungstechnische Grundlage.

Sofern zukünftig Kenntnis über ein anerkanntes Modell zur Prämienbestimmung, Prämienberechnungen durch die Privatassekuranz, oder Schätzungen für Eintrittswahrscheinlichkeiten und Schadenhöhen o. Ä. der neuen Risiken gewonnen wird, sollten die oben erwähnten Annahmen überprüft werden.

Fragestellung 2:

Erstellen einer Formel zur Berechnung der Versicherungsprämien des Bundes für Transporte von bestrahlten Brennelementen (hochaktiven Kernmaterialien) mit einem Gesamtgewicht grösser als 100kg

Hintergrund

Da aufgrund des neuerlichen Entscheids der BG KHV Transporte von bestrahlten Brennelementen künftig in der vollen Höhe von 1200 Millionen Euro gedeckt werden, müssen alle drei Formel-Teile zur Prämienberechnung in Betracht gezogen werden.

In diesem Fall kann weder direkt auf die Formel nach Anhang 1 abgestellt, noch der Ansatz gemäss Anhang 2 des Erläuterungsberichts zur Kernenergiehaftpflichtverordnung direkt verwendet werden.

Vorschlag einer Berechnungsformel

Grundsätzlich sollten als Basis alle verfügbaren Komponenten für die Berechnung der Eintrittswahrscheinlichkeiten herangezogen werden. Typischerweise sind die aktuellen Versicherungsprämien der Privatassekuranz oder des Bundes (sofern verfügbar) heranzuziehen. Eine solche Grundlage ist heute jedoch nicht vorhanden. Sofern die Privatassekuranz zukünftig Teile der Absicherung übernehmen wird, könnte sich die Berechnung auf diese Prämien abstützen; vgl. hierzu Anhang 2 des Erläuterungsberichts zur Kernenergiehaftpflichtverordnung.

Im Folgenden stellen wir eine Übersicht der notwendigen Eintrittswahrscheinlichkeiten formell dar. Insgesamt sind drei Fälle (A)-(C) zu unterscheiden.

A) "KKW, ZWILAG" (wie bisher)

Schweizerische Kernkraftwerke und ZWILAG

> Siehe Anhang 1, Kernenergiehaftpflichtverordnung Erläuterungsbericht

B) "Transporte klein" (wie bisher)

Anlagen der Nuklearforschung, BZL, Transporte von schwach- und mittelaktiven Kernmaterialien und Transporte von bestrahlten Brennelementen mit einem Gesamtgewicht von weniger als 100 kg

> Siehe Anhang 2, Kernenergiehaftpflichtverordnung Erläuterungsbericht

C) "Transporte gross" (neu)

Transporte von bestrahlten Brennelementen mit einem Gesamtgewicht von mehr als 100 kg

In den Fällen (A) und (C) beträgt die Höhe der Deckung 1200 Millionen Euro. Im Fall (B) muss unterschieden werden zwischen dem Transport von bestrahlten Brennelementen unter 100kg (Deckungssumme 80 Millionen Euro), schwach- und mittelaktiven Kernmaterialien (Deckungssumme 80 Millionen Euro) und Anlagen zur Nuklearforschung und dem BZL (Deckungssumme 70 Millionen Euro).

Eintrittswahrscheinlichkeiten zur Berechnung der einzelnen Risikoprämien

	(A) KKW, ZWILAG	(B) Transporte klein	(C) Transporte gross
Teil 1	p_A^1	p_B^1	p_C^1
Teil 2	p_A^2	p_B^2	p_C^2
Teil 3	p_A^3	p_B^3	p_C^3

Notizen:

Teil 1 = Deckung eines nuklearen Schadens, welcher das Limit der privaten Deckung überschreitet

Teil 2 = Deckung eines nuklearen Schadens, der vollständig von der privaten Deckung ausgeschlossen ist

Teil 3 = Deckung eines nuklearen Schadens aufgrund von terroristischen Gewaltakten

Im Fall (A) werden Eintrittswahrscheinlichkeiten für jedes KKW einzeln resp. für das ZWILAG separat ermittelt

Um die in der obigen Übersicht ersichtlichen Eintrittswahrscheinlichkeiten zu errechnen wird auf bestehende Prämienberechnungen (soweit verfügbar) zurückgegriffen. Die vorhandenen Berechnungsgrundlagen sind in folgender Übersicht zusammengestellt.

Vorhandene Berechnungsgrundlagen (Kenntnisstand: August 2012)

	(A) KKW, ZWILAG	(B) Transporte klein	(C) Transporte gross
Teil 1	Aktuelle Prämien der Privatversicherung	Zukünftige Prämie der Privatassekuranz	Zukünftige Prämie der Privatassekuranz
Teil 2	Prämie des Bundes aus dem Jahr 2001	-	-
Teil 3	Differenz (bedingt durch Terrorismusschäden) der Prämien des Bundes aus den Jahren 2001 und 2002	-	-

Eine Diskussion der Berechnungsgrundlagen und deren Nutzung in den Fällen (A) und (B) ist der Hauptstudie Gatzert/Schmeiser zu entnehmen (siehe auch Erläuterungsbericht, Anhang 1 und 2).

Für den Fall (C) wird davon ausgegangen dass die Privatassekuranz einen Teil der Deckung (Teil 1) übernimmt und sich so die Prämienberechnung der Privatversicherung als Grundlage anbietet. Im Weiteren muss die entsprechend reduzierte Deckungssumme des Bundes, nämlich 1200 Millionen Euro abzüglich der Deckungssumme Privatversicherung, berücksichtigt werden.

Wahl des Modells im Fall (C)

Analog und konsistent mit dem Vorgehen in den Fällen (A) und (B) (siehe Diskussion in der Hauptstudie Gatzert/Schmeiser zum Vorgehen) schlagen wir die Verwendung eines binären Modells vor. Dieses Vorgehen wird auch hier durch die Studie des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz BABS unterstützt. Bei geschätzten Sach- und Folgekosten von 20-100 Milliarden CHF im Schadenfall würde die geplante Deckungssumme von 1200 Millionen Euro bei einem Ereignis vollständig gebraucht.

Im Fall (B) wird durch die zukünftige Prämie der Assekuranz die (implizit angenommene) Eintrittswahrscheinlichkeit p_B^1 bekannt. Entsprechend wird im Fall (B) die Eintrittswahrscheinlichkeit für Teil 2 (p_B^2) auf Basis der Beziehung Teil 2 / Teil 1 des Falles (A) approximiert. Siehe hierzu den Erläuterungsbericht Kernenergiehaftpflichtverordnung, Anhang 2 und die Diskussion der Fragestellung 1 in dieser Studie.

Für Risiken unter Fall (C) sind heute keine gesamthaften Prämienberechnungen bekannt. Deshalb muss im Folgenden mit Annahmen gearbeitet werden. Da davon ausgegangen wird dass die Privatassekuranz Anteile der Abdeckung von Risiken unter (C) übernimmt, kann ähnlich wie in Fall (B) vorgegangen werden.

Bestimmung der Eintrittswahrscheinlichkeiten

Wenn die Privatassekuranz eine Deckung in Fall (C) übernimmt, kann von der Bruttoprämie der Privatversicherung ausgegangen werden. Hierbei muss analog dem Vorgehen in Fall (A), siehe Anhang 1 des Erläuterungsberichtes, die Bruttoprämie der Privatversicherung ohne die Teildeckung von terroristischen Gewaltakten und Umweltschäden approximiert werden. Auf dieser Basis kann die Netto-Risikoprämie wie folgt abgeleitet werden:

$$\begin{aligned} \text{Netto-Risikoprämie Privatversicherung} \\ = \text{Bruttoprämie Privatversicherung} \times (1 - Z) \end{aligned}$$

Z = in den Bruttoprämien der Privatassekuranz enthaltener Zuschlag

Die Eintrittswahrscheinlichkeit für Teil 1 kann nun wie folgt abgeleitet werden:

$$p_C^1 = \frac{\text{Netto-Risikoprämie Privatversicherung}}{\text{Deckungssumme Privatversicherung}}$$

Im Weiteren können die Eintrittswahrscheinlichkeiten der Teile 2 und 3, also p_C^2 und p_C^3 , analog zu Fall (B) approximiert werden (siehe hierzu Erläuterungsbericht Kernenergiehaftpflichtverordnung, Anhang 2, Gleichung (9)). Die genaue Berechnung sieht wie folgt aus:

$$p_C^2 = p_C^1 / \text{Faktor}^{1 \rightarrow 2}$$

$$p_C^3 = p_C^1 / \text{Faktor}^{1 \rightarrow 3}$$

wobei:

$$\text{Faktor}^{1 \rightarrow 2} = \left(\frac{p_{KKW1}^1}{p_{KKW1}^2} + \frac{p_{KKW2}^1}{p_{KKW2}^2} + \frac{p_{KKW3}^1}{p_{KKW3}^2} + \frac{p_{KKW4}^1}{p_{KKW4}^2} \right) / 4$$

$$\text{Faktor}^{1 \rightarrow 3} = \left(\frac{p_{KKW1}^1}{p_{KKW1}^3} + \frac{p_{KKW2}^1}{p_{KKW2}^3} + \frac{p_{KKW3}^1}{p_{KKW3}^3} + \frac{p_{KKW4}^1}{p_{KKW4}^3} \right) / 4$$

p_{KKWj}^i = Eintrittswahrscheinlichkeit für Teil i bei Kraftwerk j

Netto-Risikoprämie des Bundes

Abschliessend kann die Netto-Risikoprämie des Bundes für alle 3 Teile im Fall (C) wie folgt berechnet werden.

$\text{Netto-Risikoprämie Bund} = (L^1 - L_0^1) \times p_C^1 + L^2 \times p_C^2 + (L^3 - L_0^3) \times p_C^3$

p_C^1, p_C^2, p_C^3 = Eintrittswahrscheinlichkeiten für Teile 1 bis 3

L^1, L^2, L^3 = Obere Limite der Schäden für Teile 1 bis 3, die vom Bund versichert sind (zurzeit 1200 Mio. Euro)

L_0^1 = Untere Limite der Schäden für Teil 1 die vom Bund versichert sind – bestimmt durch die Deckungssumme bei teilweiser Absicherung durch die Privatversicherung, d. h. sofern die Privatversicherung einen Teil der Schäden übernimmt ist dieser Wert als untere Limite in die Formel einzutragen

L_0^3 = Untere Sublimite für Nuklearschäden, die durch terroristische Gewaltakte verursacht werden

Diese Netto-Risikoprämie Bund inkludiert die volle Deckung von Umweltschäden. Da diese jedoch teilweise von der Privatassekuranz gedeckt werden, wird in der Berechnung der Bruttoprämie (siehe unten) der Prämienanteil der Privatassekuranz für die Deckung von Umweltschäden von der Bundesprämie in Abzug gebracht.

Bruttoprämie des Bundes

Die Bruttoprämie des Bundes ist direkt von der Netto-Risikoprämie ableitbar:

$$\begin{aligned} \text{Bruttoprämie Bund} &= \frac{\text{Netto-Risikoprämie Bund}}{1 - Z_{\text{Bund}}} - P_U \\ &= \frac{(L^1 - L_0^1) \times p_C^1}{1 - Z_{\text{Bund}}} + \frac{L^2 \times p_C^2}{1 - Z_{\text{Bund}}} + \frac{(L^3 - L_0^3) \times p_C^3}{1 - Z_{\text{Bund}}} - P_U \end{aligned}$$

Z_{Bund} = in den Bruttoprämien des Bundes enthaltener Zuschlag auf die Netto-Risikoprämie

P_U = Prämienanteil der Privatversicherung für die Deckung der neu hinzugekommenen Umweltschäden

Bruttoprämie Bund =

$$\begin{aligned} &\frac{(L^1 - L_0^1) \times p_C^1}{1 - Z_{\text{Bund}}} + \frac{L^2 \times p_C^1 \times 4}{1 - Z_{\text{Bund}}} \times \left(\frac{p_{KKW1}^1}{p_{KKW1}^2} + \frac{p_{KKW2}^1}{p_{KKW2}^2} + \frac{p_{KKW3}^1}{p_{KKW3}^2} + \frac{p_{KKW4}^1}{p_{KKW4}^2} \right)^{-1} \\ &+ \frac{(L^3 - L_0^3) \times p_C^1 \times 4}{1 - Z_{\text{Bund}}} \times \left(\frac{p_{KKW1}^1}{p_{KKW1}^3} + \frac{p_{KKW2}^1}{p_{KKW2}^3} + \frac{p_{KKW3}^1}{p_{KKW3}^3} + \frac{p_{KKW4}^1}{p_{KKW4}^3} \right)^{-1} \\ &- P_U \end{aligned}$$

Aufgrund mangelnder Informationen über die zugrunde liegende Schadenverteilung (es liegen hierzu keine empirischen Daten vor) ist eine fundierte Ableitung der in den Bruttoprämien enthaltenen Zuschläge nicht möglich. Diesbezügliche Annahmen werden aus den Annahmen aus Anhang 1 des Erläuterungsberichtes übernommen.