

Forschung am IVW Köln, 4/2015

Institut für Versicherungswesen

Erneuerbare Energien und ALM eines Versicherungsunternehmens

Maria Heep-Altiner, Torsten Rohlf, Susanna Beier



Maria Heep-Altiner, Torsten Rohlfs, Susanna Beier
Forschungsstelle FaRis

Erneuerbare Energien und ALM eines Versicherungsunternehmens

Zusammenfassung

Aufgrund der aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen können Energieversorger von erneuerbaren Energien (Windkraft, Sonnenenergie, Geothermie) relativ stabile Erträge über längere Zeiträume generieren, so dass eine Investition in erneuerbare Energien für ein Versicherungsunternehmen eine attraktive Anlage darstellen kann. In dieser Arbeit soll daher mit einem vereinfachten Modell analysiert werden, wie eine solche Kapitalanlage sich auf das allgemeine ALM eines Versicherungsunternehmens auswirkt.

Abstract

According to the actual legal framework, provider of renewable energies can guarantee a relatively stable income over longer time periods such that an investment in those providers may define an interesting asset for an insurance company. Thus, it will be analyzed by a relatively simple model in this paper how such an asset impacts the ALM of an insurance company in general.

Schlagwörter:

Risikomanagement, Asset-Liability-Management, Erneuerbare Energien

Inhaltsverzeichnis

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	2
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	4
1 VORBEMERKUNGEN	5
1.1 ZIELSETZUNG.....	5
1.2 KONZEPTION DES SIMULATIONSMODELLS.....	7
1.2.1 <i>Ökonomische Szenarien</i>	8
1.2.2 <i>Nat Cat Szenarien</i>	8
1.2.3 <i>Sonstiges</i>	9
2 MODELLIERUNG EINER EINZELSIMULATION.....	10
2.1 EINGABEPARAMETER	10
2.1.1 <i>Marktszenarien & Assets</i>	10
2.1.2 <i>Nat Cat Szenarien & Liabilities</i>	12
2.2 GUV BERECHNUNGEN.....	16
2.2.1 <i>FV Value Bewertung der Schadenreserven</i>	17
2.2.2 <i>Versicherungstechnische Gesamtrechnung</i>	18
2.2.3 <i>GuV insgesamt</i>	19
2.3 AUSGABEWERTE	20
3 ERGEBNISSE EINES SIMULATIONSLAUFES	22
3.1 EIGENKAPITALVERTEILUNG	22
3.2 EIGENKAPITALBEDARFE	23
3.3 EIGENKAPITALALLOKATION	23
4 FAZIT	25
QUELLENVERZEICHNIS.....	26

Abkürzungsverzeichnis

Adj.	adjustiert
ALM	Asset-Liability-Management
Allok.	Allokation
a. o.	außerordentlich
CF	Cash Flow
CoC	Cost of Capital (Kapitalkosten)
COV	Co-Variance (Kovarianz)
D	Duration
determin.	deterministisch
EEG	Erneuerbare-Energien Gesetz
EK	Eigenkapital
ESG	Economic Scenario Generator (ökonomische Szenario Erzeugung)
EW	Erwartungswert
FV	Fair Value
ggf.	gegebenenfalls
GuV	Gewinn- und Verlustrechnung
i. d. R.	in der Regel
indiv.	individuell
JB	Jahresbeginn
JE	Jahresende
JM	Jahresmitte
NatCat	Natural Catastrophe (Naturkatastrophe)
nom.	nominell
Nr.	Nummer
NVT	Nicht-Versicherungstechnik, nicht versicherungstechnisch
o.	ohne
Ökon.	Ökonomisch
ökonom.	ökonomisch
op.	operationell
RC	Required Capital (benötigtes Kapital)
Real.	Realisation
rf	risikofr.
risikofr.	risikofrei
RV	Rückversicherung
RVU	Rückversicherungsunternehmen

SNV	Standardnormalverteilung
St. A	Steuerabschreibung
STD	Standardabweichung
Steuereff.	Steuereffekte
stochast.	stochastisch
SVU	Schadenversicherungsunternehmen
VaR	Value at Risk
VAR	Varianz
Var. Koeff	Variationskoeffizient
VT	Versicherungstechnik, versicherungstechnisch
Wahrsch.	Wahrscheinlichkeit
Wahrscheinl.	Wahrscheinlichkeit
XS	Excess (of Loss)
z. B.	zum Beispiel
Zuf.	Zufall

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Investition in ein Unternehmen bei gleichzeitiger Versicherung.....	6
Abbildung 2: Eingabeparameter – Korrelationen.....	10
Abbildung 3: Eingabeparameter – Basiswerte.....	10
Abbildung 4: Eingabeparameter – Zinsstrukturkurven.	11
Abbildung 5: Eingabeparameter – Assets.	11
Abbildung 6: Eingabeparameter – Eventeintrittswahrscheinlichkeiten.....	13
Abbildung 7: Eingabeparameter – Eventschadenhöhen und RV Struktur.....	14
Abbildung 8: Eingabeparameter – GuV Auswirkungen auf den Windpark.	15
Abbildung 9: Eingabeparameter – Liabilities & GuV Angaben.....	16
Abbildung 10: Eingabeparameter – Verlustszenarien für den Windpark.	16
Abbildung 11: GuV Berechnungen – FV der Schadenreserven zu Jahresbeginn.	17
Abbildung 12: GuV Berechnungen – FV der Schadenreserven zum Jahresende.....	18
Abbildung 13: GuV Berechnungen – VT Gesamtrechnung.	19
Abbildung 14: Ausgabewerte – GuV-Effekte insgesamt.	20
Abbildung 15: Ausgabewerte – Ausgangsbilanz zu Jahresbeginn.....	20
Abbildung 16: Ausgabewerte – Ökonomisches Kapital zum Jahresende.....	20
Abbildung 17: Eigenkapitalverteilung.....	22
Abbildung 18: Eigenkapitalbedarfe.....	23
Abbildung 19: Eigenkapitalallokation.....	24

1 Vorbemerkungen

Aufgrund der aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen durch das „Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien“ (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2014, siehe [6]) können Energieversorger von erneuerbaren Energien (Windkraft, Sonnenenergie, Geothermie) relativ stabile Erträge über längere Zeiträume generieren, so dass eine Investition in erneuerbare Energien eine attraktive Anlage darstellen kann.

Unternehmen, die Windanlagen zur Stromerzeugung betreiben, verkaufen Anlegern Anteile an Windanlagen und -parks. Diese Energieunternehmen versprechen ihren Anlegern heutzutage eine Rendite von 5 - 8%, welche durch die Produktion und den Verkauf von Strom ausgeschüttet werden kann.

Versicherungsunternehmen (insbesondere Lebensversicherungsunternehmen) stehen vor der Herausforderung, im Rahmen ihres Produktionsmodells stabile und sichere Renditen generieren zu müssen. Daher beabsichtigen viele Versicherungsunternehmen schon seit einiger Zeit, in Infrastruktur zu investieren – sofern hier rechtlich stabile Rahmenbedingungen erkennbar sind. Das EEG bietet hier einen Rahmen, der Investitionen in erneuerbare Energien attraktiv erscheinen lässt.

1.1 Zielsetzung

Aus diesem Grund wurde in [1] anhand eines EXCEL Simulationsmodells analysiert, wie sich die Investition in eine Windkraftanlage konzeptionell auf das Asset-Liability-Management (ALM) eines Versicherungsunternehmens auswirkt. Obwohl der Bedarf an stabilen und sicheren Renditen bei einem Lebensversicherungsunternehmen derzeit noch ausgeprägter ist als bei einem Schadenversicherungsunternehmen, wurden dabei nur die Auswirkungen auf das ALM eines Schadenversicherers diskutiert, da in diesem Fall sowohl Auswirkungen auf die Aktiv- als auch auf die Passivseite der Bilanz des Unternehmens denkbar sind.

Die wichtigsten Charakteristika des EXCEL Simulationsmodells, welches analog zum in [7] beschriebenen Vorgehensmodell bei internen Modellen in der Schadenversicherung aufgebaut wurde, soll an dieser Stelle intensiver an Hand eines fiktiven Beispiels erläutert werden.

In diesem EXCEL Simulationsmodell wird beispielhaft modelliert, welche Risiken und Chancen sich bei einer Investition in einen Windpark ergeben. Bei einem (Schaden) Versicherungsunternehmen ergibt sich zunächst ganz allgemein (wie bei jedem anderen Asset auch!) ein verstärktes ALM Risiko bei einer Investition in ein Unternehmen und gleichzeitiger Versicherung des Unternehmens, siehe dazu die nachfolgende Abbildung:

Aktivseite	Passivseite
...	...
Beteiligung in Unternehmen 1	Schadenrückstellung für Unternehmen 1
...	...

Abbildung 1: Investition in ein Unternehmen bei gleichzeitiger Versicherung.

Dieses Risiko ist besonders gravierend, da es zusätzlich i. d. R. noch eine negative Korrelation dahingehend gibt, dass bei einem besonders hohen Schadenaufwand (was in Form von versicherungstechnischen Rückstellungen die Passivseite der Bilanz negativ beeinflusst) der Beteiligungswert normalerweise sinkt (was die Aktivseite der Bilanz negativ beeinflusst).

Aus diesem Grund gehört es zum ALM „Basiswissen“, dass man dieses Risiko möglichst vermeidet oder zumindest so minimal wie möglich hält, so dass dieses Risiko in dem im nächsten Abschnitt erläuterten Modell auch nicht betrachtet wird. Im betrachteten Modell sind folgende Chancen und Risiken abgebildet:

Szenario	Chance bei einer Investition in einen Windpark	Risiko bei einer Investition in einen Windpark
Allgemein	Aufgrund des EEG relativ stabile Erträge → Investition wirkt fast wie eine ewige Rente.	
Erhöhung des Marktzinsniveaus		Wert der Anlage sinkt wie auch bei vielen anderen Assets
Nat Cat Sturmer- eignis	Höhere Auslastung bis zu einem gewissen Grad und daher höhere Erträge (wirkt ausgleichend zu anderen Nat Cat Schäden)	Zerstörung bei einer Überschreitung eines bestimmten Schwellenwertes. Tragung der (Netto) Schadenlast, falls der Versorger gleichzeitig versichert wurde (sollte aber vermieden werden).
Sonstige Schaden- ereignisse		Gewinneinbußen im Rahmen des SBH nach (externer!) Versicherung.

Im nachfolgenden Abschnitt ist die grundsätzliche Konzeption des Simulationsmodells näher erläutert.

1.2 Konzeption des Simulationsmodells

In dem Simulationsmodell werden ein ökonomisches Modell (ökonomischer Szenario Generator) und ein Naturkatastrophenmodell (NatCat-Modell) miteinander verknüpft und auf die Asset- und Liabilitypositionen der ökonomischen Bilanz eines Schadenversicherungsunternehmens (SVU) angewendet und analysiert.

NatCat-Modelle simulieren Naturkatastrophen und deren potentiellen Auswirkungen auf die versicherten Risiken bzw. Kapitalanlagen. In vorliegendem Fall beschränkt sich das NatCat-Modell dabei auf Sturmereignisse. Das SVU besitzt Anteile eines Windparks, so dass gemäß der obigen Tabelle sich aus NatCat Ereignissen für das SVU sowohl Chancen als auch Risiken ergeben.

Die (fiktive) ökonomische Ausgangsbilanz des SVU soll dabei die folgenden Asset- und Liabilitypositionen enthalten:

Aktiva	Passiva
Festverzinsliche Wertpapiere Aktien Beteiligung an einem Windpark	Ökonomisches Eigenkapital
Zedierte Reserven	Brutto Schadenreserven
Sonstige Assets	Sonstige Liabilities
Steuerforderungen	Steuerrückstellungen

Bezüglich der Beteiligung am Windpark wird die Annahme getroffen, dass das SVU in den Windpark investiert, diesen allerdings nicht selbst versichert. Lediglich Selbstbehalte sind hier zu tragen (im Sinne von Gewinneinbußen).

Zusätzlich zu den üblichen Assetklassen ist die Anlageart „Windpark“ in dem Modell neu integriert worden, wobei hier die ökonomischen Risiken adäquat modelliert werden müssen. Für diese neue Assetklasse wurden folgende Modellierungsannahmen getroffen:

- Der Beteiligungswert zum Ausgangszeitpunkt ist ein fest vorgegebener Wert mit einer fest vorgegebenen Rendite.
- Das Papier wird aufgrund stabiler gesetzlicher Rahmenbedingungen wie eine ewige Rente modelliert, wobei dennoch die Auswirkungen von Zinsänderungen adäquat abgebildet werden müssen.
- Je nach Szenario kann daher auch bei fester Rendite der Kurswert zum Jahresende höher oder niedriger ausfallen.

- Die Nat Cat Szenarien haben wie zuvor erläutert ebenfalls Ergebnisauswirkungen auf die Gewinn- und Verlustrechnung.
- Ergänzend besteht die Möglichkeit, zusätzliche GuV-Effekte in Form von fest vorgegebener Verlustszenarien abzubilden.

Durch die Vielfalt der Modellierungsparameter bekommt man im Simulationsmodell die Möglichkeit, viele Aspekte dieser Assetklasse zu testen.

1.2.1 Ökonomische Szenarien

Grundsätzlich müssen bei allen Aktivpositionen (und aufgrund der konsequenten Fair Value Bewertung teilweise auch bei den Passivpositionen) makroökonomische Risiken (wie Ausfall-, Markt-, Zinsänderungs- und Währungsrisiko) beachtet werden. Dies geschieht im Simulationsmodell durch einen einfachen ökonomischen Szenario Generator.

Ein ökonomischer Szenario Generator (ESG – Economic Scenario Generator) modelliert mittels stochastischer Simulationen, wie sich die Marktparameter entwickeln. Diese Szenarien werden auf alle Assets (und teilweise auch auf die Liabilities) angewendet. Ein ESG erzeugt verschiedene Markt-Szenarien, wobei es wichtig ist, eine ausreichende Anzahl von Szenarien zu modellieren, um stabile Schlussfolgerungen erhalten und aussagen zu können. Im vereinfachten Modell wird

- die risikofreie Zinsstrukturkurve,
- die riskante Zinsstrukturkurve,
- ein Aktienindex sowie
- ein Inflationsindex

modelliert. Auf der Assetseite wirkt der ESG auf die klassischen Assets, die zedierten Reserven sowie auf den Beteiligungswert des Windparks, wobei wie bereits erläutert zur Vereinfachung die Investition in den Windpark wie eine ewige Rente behandelt wurde.

Der ESG hat ebenfalls Auswirkungen auf die Liability-Seite bei der Fair Value-Bewertung der Brutto-Reserven.

1.2.2 Nat Cat Szenarien

Das Schadenereignis Sturm, das aufgrund des NatCat-Modells in der Arbeit genauer betrachtet werden soll, kann sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf den Aktivposten „Windpark“ haben. Ein positiver Effekt des Sturms kann eine hohe Stromproduktion der Anlagen sein. Negative Effekte von Sturm können die Abschaltung der Windkraftanlagen oder im Extremfall eine Zerstörung des Windparks (teilweise oder ganz) sein. Fraglich ist, wieviel Zusatzrendite ein Windpark bei einem Sturm einbringen kann.

In dem zu erstellenden Modell sollen nur einige Ereignisse (von insgesamt 26 regional begrenzten Ereignissen) den Windpark treffen. Je nach Ereignisintensität soll der Windpark mehr produzieren, die Produktion einstellen oder ggf. sogar beschädigt werden.

Dadurch wird modelliert, bei welchen Szenarien sich Über-, normale oder Unterrenditen ergeben. Wie hoch die Rendite letztendlich ausfällt, hängt von der Stärke des Sturms ab.

Sollte das SVU rückversichert sein, entlastet der Rückversicherer (RVU) die Brutto Reserven durch die zedierten Schadenreserven auf der Aktivseite der Bilanz. Die Rendite des SVU geht dabei etwas zurück. Bei einer vorhandenen Rückversicherung bleibt also bei dem SVU nur der Nettoeffekt des Ereignisses im Selbstbehalt. Sollte das SVU nicht rückversichert sein, verbleibt der gesamte Bruttoschaden in der Bilanz.

1.2.3 Sonstiges

Sensitivitätsanalysen können Aufschluss über die Wirtschaftlichkeit von Investitionen in den Windpark geben. Bei Windkraftanlagen sind die laufenden Einnahmen von der Dauer sowie Stärke des Windes, der Einspeisevergütung und der Verfügbarkeit der Anlage abhängig.

Die Sensitivitätsanalyse kann aufzeigen, wie sehr die Wirtschaftlichkeit von den Einflussfaktoren beeinflusst wird – also wie sensitiv diese auf Einflüsse reagiert.

Die Zielsetzung einer derartigen Analyse ist eine optimale Abstimmung der Versicherungstechnik und der Assetklasse Windpark in Bezug auf das Risiko bei einer gleichzeitig höchstmöglichen Rendite.

Da im vorliegenden Fall nur ein fiktives Beispiel skizziert wird, bei dem eine realitätsnahe Parametrisierung noch nicht vorgenommen wurde, ist an dieser Stelle auf die Durchführung von Sensitivitätsanalysen verzichtet worden, obwohl diese bei jeder Modellbildung eine sinnvolle Ergänzung darstellen.

2 Modellierung einer Einzelsimulation

In diesem Abschnitt wird der Aufbau einer einzelnen Simulation erläutert; im anschließenden Abschnitt erfolgt die Diskussion eines gesamten Simulationslaufes. Die Erläuterung orientiert sich dabei am strukturellen Aufbau innerhalb des EXCEL Programms.

2.1 Eingabeparameter

Wie bereits erläutert betreffen die Eingabeparameter im Wesentlichen die Marktszenarien & Assets bzw. die Nat Cat Szenarien & Liabilities.

2.1.1 Marktszenarien & Assets

In dem vereinfachten ESG können Zins bzw. Spread für einen risikofreien bzw. riskanten Einjahresbond mittels einer Lognormalverteilung modelliert werden, wobei Zins und Spread miteinander korreliert werden können. Die entsprechenden Zinsstrukturkurven ergeben sich dann durch Anwendung einer fixen Struktur auf die simulierten Werte nach Ablauf eines Jahres.

Darüber hinaus können auch ein thesaurierter Aktienindex sowie ein Inflationsindex mittels einer Lognormalverteilung modelliert werden, wobei beide Variablen ebenfalls mit dem risikofreien Zins korreliert werden können. Die Korrelationen werden mit Hilfe einer Gauß Kopula gerechnet, siehe dazu die nachfolgende Abbildung mit einem Berechnungsbeispiel:

Korre- lation	Unabhängige Variable			Fehler Variable		Abhängige Variable		
	Parameter	Zuf. Zahl	Real. SNV	Zuf. Zahl	Real. SNV	Parameter	Zuf. Zahl	Real. SNV
50%	rf. Zins	91,00%	1,34	85,00%	1,04	Spread	94,16%	1,57
50%	rf. Zins	91,00%	1,34	5,00%	-1,64	Aktien	22,54%	-0,75
50%	rf. Zins	91,00%	1,34	71,05%	0,55	Inflation	87,51%	1,15

Abbildung 2: Eingabeparameter – Korrelationen.

In dem in diesem Abschnitt erläuterten Berechnungsbeispiel sind alle ESG Variablen leicht positiv miteinander korreliert, aber nicht extrem stark.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Verteilungsparameter und Realisationen für Zins, Spread, Aktien- und Inflationsindex für die zuvor gezogenen Zufallszahlen abgebildet.

Parameter	EW	Var. koeff.	Realisiert
risikofreier Zins	3,49%	20,00%	4,46%
Zinsspread	2,68%	20,00%	3,58%
Thesaurierter Aktienind	106,00%	20,00%	89,52%
Inflation	0,85%	20,00%	1,05%

Abbildung 3: Eingabeparameter – Basiswerte.

Risikofreier Zins und Zinsspread sind in diesem Szenario vergleichsweise hoch, weswegen der Kurs von risikofreien und riskanten Zerobonds zum Jahresende niedriger ausfällt als rechnergemäß. Trotz der positiven Korrelation ist in diesem Szenario der thesaurierte

Aktienindex sehr niedrig ausgefallen, was in diesem Berechnungsbeispiel zu höheren Kursverlusten bei der Aktie führt.

Aus der Summe des simulierten risikofreien Zinses und Zinsspreads ergibt sich der simulierte interne Zins für einen riskanten Einperioden-Zerobond zum Jahresende. Die kompletten Zinsstrukturkurven über alle Durationsen wurde mit Hilfe fest vorgegebener Faktoren ermittelt, siehe dazu die nachfolgende Abbildung.

Duration		Werte zu Beginn		Werte zum Ablauf	
		risikofr.	riskant	risikofr.	riskant
0	95%	3,32%	5,86%	4,24%	7,65%
1	100%	3,49%	6,17%	4,46%	8,05%
2	101%	3,52%	6,23%	4,51%	8,13%
3	102%	3,56%	6,29%	4,55%	8,21%
4	103%	3,59%	6,36%	4,60%	8,29%
5	104%	3,63%	6,42%	4,64%	8,37%
6	105%	3,66%	6,48%	4,69%	8,45%
7	106%	3,70%	6,54%	4,73%	8,53%
8	107%	3,73%	6,60%	4,78%	8,61%
9	108%	3,77%	6,66%	4,82%	8,69%
10	109%	3,80%	6,73%	4,86%	8,77%
11	110%	3,84%	6,79%	4,91%	8,85%
12	111%	3,87%	6,85%	4,95%	8,93%
13	112%	3,91%	6,91%	5,00%	9,01%
14	113%	3,94%	6,97%	5,04%	9,09%

Abbildung 4: Eingabeparameter – Zinsstrukturkurven.

Nach Modellierung der Markteffekte ergeben sich dann bei gegebener Assetstruktur die GuV-Effekte rein aus der Anwendung der Szenarien (wobei in diesem einfachen Modell nicht angenommen wird, dass zwischendurch Ausschüttungen oder Auflösungen stattfinden), siehe dazu die nachfolgende Abbildung:

Position	Nominalwert	Duration determin.		FV Start	stochast. Zins	FV / Real. zum Ende	GuV Effekt
		D	Zins				
Festverzinsl. WP: risikofrei	200,00	4,70	3,63%	169,14	4,60%	169,36	0,22
Festverzinsl. WP: riskant	200,00	3,60	6,36%	160,21	8,21%	162,91	2,70
Aktien	200,00		6,00%	200,00		179,04	-20,96
Windpark (ewige Rente)	200,00		5,00%	200,00	6,46%	165,26	-34,74
Sonstige Assets	100,00		0,00%	100,00	0,00%	100,00	0,00
Steuerforderungen	150,00			150,00		150,00	0,00
Total				979,4		926,6	-52,8

Abbildung 5: Eingabeparameter – Assets.

Bei den risikofreien Wertpapieren (modelliert als Zerobonds) ergibt sich der Kurswert zum Jahresende durch Diskontierung mit dem risikofreien bzw. riskanten Zins zum Jahresende – bezogen auf die Duration zu diesem Zeitpunkt. Bei nicht ganzzahliger Duration wurde dabei der Zins für die kaufmännisch gerundete Duration gewählt. Der thesaurierte Aktienkurs ergibt sich durch Anwendung des simulierten Indexes.

Beim Windpark wird zwar die Basisrendite festgeschrieben (im Sinne einer ewigen Rente); es wird aber berücksichtigt, dass sich durch Zinsänderungen der Kurswert dieser ewigen Rente durchaus ändern kann. Hierfür wurde fiktiv aus den simulierten Marktzinseffekten ein interner Zins gerechnet und der Wert der ewigen Rente auf Basis dieses Zinses neu kalibriert.

Darüber hinaus werden zusätzlich „passivische“ GuV-Effekte berücksichtigt, auf die an späterer Stelle eingegangen werden soll. Der GuV-Effekt des Windpark ergibt sich dabei konkret als

- Feste Basisrendite
- + Kursänderung der ewigen Rente
- + Zusatzeffekte aus Nat Cat Ereignissen
- ./. Verluste aus vordefinierten sonstigen Verlustszenarien.

Bei den sonstigen Assets und den Steuerforderungen wurde auf eine explizite Modellierung verzichtet.

2.1.2 Nat Cat Szenarien & Liabilities

In einer vereinfachten Nat Cat Event Loss Tabelle wurden 26 Events im Hinblick auf ihre Eintrittswahrscheinlichkeit und ihre Eventhöhe modelliert (analog zur Vorgehensweise in [7]). Darüber hinaus kann modelliert werden, ob die Events den Windpark treffen und wenn ja, mit welchen GuV Auswirkungen.

Event Nr.	Eintrittswahrsch.	STD	Zufallszahl	Event-eintritt?
1	0,100%	3,16%	95,00%	0
2	0,100%	3,16%	40,06%	0
3	0,100%	3,16%	25,00%	0
4	0,100%	3,16%	99,92%	1
5	0,200%	4,47%	99,81%	1
6	0,200%	4,47%	62,31%	0
7	0,200%	4,47%	33,29%	0
8	0,200%	4,47%	93,14%	0
9	0,500%	7,05%	37,75%	0
10	0,500%	7,05%	80,17%	0
11	0,500%	7,05%	77,74%	0
12	0,500%	7,05%	26,74%	0
13	0,500%	7,05%	88,02%	0
14	0,500%	7,05%	79,16%	0
15	0,500%	7,05%	15,90%	0
16	0,500%	7,05%	93,39%	0
17	1,000%	9,95%	0,97%	0
18	1,000%	9,95%	39,38%	0
19	1,000%	9,95%	19,50%	0
20	1,000%	9,95%	79,86%	0
21	1,000%	9,95%	10,74%	0
22	2,000%	14,00%	3,11%	0
23	2,000%	14,00%	54,42%	0
24	2,000%	14,00%	18,56%	0
25	5,000%	21,79%	61,85%	0
26	5,000%	21,79%	80,00%	0
Summe / EW	23,32%			2

Abbildung 6: Eingabeparameter – Eventeintrittswahrscheinlichkeiten.

Zur Vereinfachung wurden die Eventeintritte nur Binomial modelliert, d. h. ein Event tritt ein, wenn die gezogene Zufallszahl die Nicht-Eintrittswahrscheinlichkeit des Events übersteigt. Insgesamt tritt nur in etwa 23,32% der simulierten Jahre überhaupt ein Event aus der Tabelle ein. Im konkreten Szenario treten im simulierten Jahr zwei sehr seltene Events ein, d. h. das Jahr weist eine außergewöhnlich hohe Schadenbelastung auf.

Für jedes gezogene Ereignis kann eine (lognormal verteilte) Eventschadenhöhe gezogen werden, auf die dann ein Kumulschadenexzedent angewendet werden kann – im konkreten Berechnungsbeispiel 500 xs 5. Die Berechnungsergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet:

Event Nr.	Basis Exposure		Gesamtschaden		Realisierung Brutto	500 XS 5
	EW	Var. Koeff.	EW	STD		
1	2.500,00	20,00%	2,50	80,58		
2	1.250,00	20,00%	1,25	40,29		
3	625,00	20,00%	0,63	20,15		
4	312,50	20,00%	0,31	10,07	858,07	500,00
5	156,25	20,00%	0,31	7,12	392,77	387,77
6	100,00	20,00%	0,20	4,56		
7	100,00	20,00%	0,20	4,56		
8	95,00	20,00%	0,19	4,33		
9	90,00	20,00%	0,45	6,47		
10	85,00	20,00%	0,43	6,11		
11	80,00	20,00%	0,40	5,75		
12	125,00	20,00%	0,63	8,99		
13	70,00	20,00%	0,35	5,04		
14	69,00	20,00%	0,35	4,96		
15	68,00	20,00%	0,34	4,89		
16	67,00	20,00%	0,34	4,82		
17	85,00	20,00%	0,85	8,63		
18	84,00	20,00%	0,84	8,53		
19	83,00	20,00%	0,83	8,42		
20	100,00	20,00%	1,00	10,15		
21	50,00	20,00%	0,50	5,07		
22	49,50	20,00%	0,99	7,07		
23	49,00	20,00%	0,98	7,00		
24	75,00	20,00%	1,50	10,71		
25	74,50	20,00%	3,73	16,58		
26	74,00	20,00%	3,70	16,46		
Summe / EW			23,78	100,66	1.250,84	887,77

Abbildung 7: Eingabeparameter – Eventschadenhöhen und RV Struktur.

Im betrachteten Szenario fällt in beiden Fällen das Brutto Schadenereignis deutlich höher als erwartet aus, so dass in einem Fall sogar die RV Kapazität ausgeschöpft ist. Die betrachtete Situation ist auch in dieser Hinsicht „extrem“. (Betrachtet man die bedingte Wahrscheinlichkeit unter der Bedingung, dass der Bruttoschadenaufwand positiv ist, dann liegt dieses Ereignis nahe beim 100%-Quantil.) In einem Simulationslauf muss dann getestet werden, wie häufig eine derart extreme Situation überhaupt vorkommt.

Zuletzt muss noch modelliert werden, welche Events den Windpark treffen und wie sich das auf die Produktion auswirkt. Dabei gibt es in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit einen Schwellenwert, ab dem die Produktion sich erhöht; sofern ein weiterer Schwellenwert überschritten wird, sinkt die Produktion ab, da der Windpark abgeschaltet wird, siehe dazu die nachfolgende Tabelle.

Event Nr.	Windstärke in Km/h		Event trifft Windpark?	Geänderte Produktion
	erwartet indiv.	realisiert Real. 20,0%		
1	225,0			
2	200,0			
3	175,0			
4	150,0	202,4	1	-1,0%
5	135,0	175,9	1	7,6%
6	125,0			
7	130,0			
8	110,0			
9	115,0			
10	120,0			
11	100,0			
12	135,0			
13	95,0			
14	95,0			
15	105,0			
16	100,0			
17	90,0			
18	90,0			
19	100,0			
20	125,0			
21	90,0			
22	95,0			
23	100,0			
24	110,0			
25	95,0			
26	100,0			
Summe / EW				6,6%

Abbildung 8: Eingabeparameter – GuV Auswirkungen auf den Windpark.

Beide Events treffen im betrachteten Szenario den Windpark. Beim ersten Ereignis wird der vorgegebene Schwellenwert von 200 km/h Windstärke überschritten, so dass das Windkraftwerk abgeschaltet wird; im zweiten Fall muss das Windkraftwerk nicht abgeschaltet werden und kann mehr als normal produzieren. Insgesamt ergibt sich eine Mehrproduktion, die aber die extremen Effekte in diesem Nat Cat Szenario auch nicht annähernd ausgleichen kann.

Darüber hinaus müssen noch Eingaben zu den sonstigen Liabilities vorgegeben werden wie auch für die GuV Berechnungen. Die Modellierung erfolgt dabei durch eine Lognormalverteilung.

Parameter	EW	Var. Koeff.	Realisiert
BE Altreserven	500,0	20,00%	356,8
Prämien	400,0	5,00%	406,7
Kostenquote	30,0%	5,00%	30,4%
SQ Basisschäden	65,0%	20,00%	62,1%
op. Risiko in % des EK	1,0%	400,00%	3,2%
Sonstige Liabilities	50,0		50,0
Steuerrückstellungen	100,0		100,0

Abbildung 9: Eingabeparameter – Liabilities & GuV Angaben.

Im Hinblick auf die Nicht Nat Cat Risiken ist dieses Szenario deutlich günstiger als erwartet: Die Prämie fällt etwas höher aus, die Altreserven entwickeln sich extrem günstig und die Schadenquote für die Basisrisiken (ohne Nat Cat Risiken) des Neugeschäfts ist geringer als im Schnitt.

Auf der anderen Seite fällt das operationelle Risiko (modelliert als Drohverlustrückstellung) ungünstiger aus als im Durchschnitt. Sonstige Liabilities und Steuerforderungen wurden nicht stochastisch modelliert.

Abschließend können noch spezielle (Netto) Verlustszenarien für den Windpark angegeben werden, um im Hinblick auf diese neue Assetklasse möglichst viele Effekte testen zu können. Die Szenarien werden anhand einer geschätzten Eintrittswahrscheinlichkeit binomial modelliert und können bei Bedarf namentlich benannt werden.

Szenari	Eintritts-wahrsch.	Eintritts-höhe	Real. Brutto	Anteil zediert	Real. Netto
	5,00%	2,354	2,354	90,00%	0,235
	1,00%	5,678		90,00%	
			2,354		0,235

Abbildung 10: Eingabeparameter – Verlustszenarien für den Windpark.

Im konkreten Szenario tritt eines der vorgegebenen Verlustszenarien ein; aufgrund eines geschätzten RV Effektes von 90% verbleibt aber nur ein geringer Netto-Effekt in der GuV des Versicherers.

Mit Hilfe dieser Eingaben kann nun pro simulierten Einzelszenario eine GuV modelliert werden, siehe dazu den nachfolgenden Abschnitt.

2.2 GuV Berechnungen

Die hier durchgeführte GuV basiert auf einer ökonomischen Bewertung, so dass zur Ermittlung des GuV-Effektes bei den Brutto und zedierten Reserven sowohl eine deterministische Berechnung zu Jahresbeginn als auch eine stochastische Berechnung zum Jahresende durchgeführt werden muss. Um die Berechnungen nicht unnötig zu verkomplizieren, wurde

vereinfachend angenommen, dass Nat Cat Schäden Brutto wie Netto in der Bilanzperiode zur Auszahlung kommen, so dass hier auf eine zusätzliche Reserve Berechnung verzichtet wurde.

2.2.1 FV Value Bewertung der Schadenreserven

In der nachfolgende Tabelle ist die FV Berechnung zu Jahresbeginn durchgeführt, wobei die CF Muster mit Hilfe der Parametrisierung

$$CF_{\text{kum}}(t) = (1 - a \cdot b^{-t})$$

simuliert wurden. Die kumulierten Cash Flow Muster wurden dabei so normiert, dass nach 25 Perioden die Reserven zu 100% ausgelaufen sind.

Periode	Diskont		CF	EK Allok. CoC		Diskontierte Werte	
	JM	JE		25,0%	10,0%	CF nom.	CoC
1	0,9822	0,9663	125,1	125,0	12,5	122,9	12,1
2	0,9495	0,9334	93,8	93,7	9,4	89,1	8,7
3	0,9170	0,9013	70,4	70,3	7,0	64,5	6,3
4	0,8854	0,8700	52,8	52,7	5,3	46,7	4,6
5	0,8545	0,8395	39,6	39,5	3,9	33,8	3,3
6	0,8244	0,8099	29,7	29,6	3,0	24,5	2,4
7	0,7952	0,7810	22,3	22,2	2,2	17,7	1,7
8	0,7667	0,7529	16,7	16,6	1,7	12,8	1,3
9	0,7389	0,7255	12,5	12,4	1,2	9,3	0,9
10	0,7120	0,6989	9,4	9,3	0,9	6,7	0,6
11	0,6858	0,6731	7,0	7,0	0,7	4,8	0,5
12	0,6603	0,6480	5,3	5,2	0,5	3,5	0,3
13	0,6356	0,6236	4,0	3,9	0,4	2,5	0,2
14	0,6116	0,6000	3,0	2,9	0,3	1,8	0,2
15	0,5885	0,5772	2,2	2,1	0,2	1,3	0,1
16	0,5661	0,5553	1,7	1,6	0,2	0,9	0,1
17	0,5447	0,5342	1,3	1,2	0,1	0,7	0,1
18	0,5240	0,5140	0,9	0,8	0,1	0,5	0,0
19	0,5041	0,4945	0,7	0,6	0,1	0,4	0,0
20	0,4850	0,4757	0,5	0,4	0,0	0,3	0,0
21	0,4666	0,4576	0,4	0,3	0,0	0,2	0,0
22	0,4489	0,4403	0,3	0,2	0,0	0,1	0,0
23	0,4318	0,4236	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0
24	0,4155	0,4075	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0
25	0,3997	0,3920	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0
3,48			500,0			445,2	43,6

Abbildung 11: GuV Berechnungen – FV der Schadenreserven zu Jahresbeginn.

Nach einem Jahr wird die Höhe der Altreserven (bei gleichbleibender CF Struktur) neu simuliert (mittels Lognormalverteilung), ebenso die Zinsstrukturkurve zur Diskontierung. Darüber hinaus wird der Neugeschäftsaufwand simuliert, wobei hier ebenfalls ein CF Struktur nach dem oben skizzierten Modellansatz vorgegeben werden kann. Auf dieser Basis ergeben sich dann die stochastischen Zahlungen im Bilanzjahr sowie der stochastische FV zum Jahresende, siehe dazu die nachfolgende Abbildung.

Periode	Diskont		CF stoch.	CF Neu stoch.	EK 25,0%	CoC 10,0%	Diskontierte Werte	
	JM	JE					CF nom.	CoC
0	1,0164	1,0000	89,3	63,1				
1	0,9774	0,9573	67,0	75,7	114,2	11,4	111,6	10,9
2	0,9362	0,9160	50,2	45,4	78,5	7,9	73,5	7,2
3	0,8956	0,8761	37,7	27,3	54,6	5,5	48,9	4,8
4	0,8565	0,8376	28,2	16,4	38,4	3,8	32,9	3,2
5	0,8186	0,8004	21,2	9,8	27,3	2,7	22,3	2,2
6	0,7822	0,7646	15,9	5,9	19,5	2,0	15,3	1,5
7	0,7470	0,7301	11,9	3,5	14,1	1,4	10,5	1,0
8	0,7131	0,6968	8,9	2,1	10,2	1,0	7,3	0,7
9	0,6805	0,6648	6,7	1,3	7,4	0,7	5,1	0,5
10	0,6490	0,6339	5,0	0,8	5,4	0,5	3,5	0,3
11	0,6188	0,6043	3,8	0,5	4,0	0,4	2,5	0,2
12	0,5897	0,5757	2,8	0,3	2,9	0,3	1,7	0,2
13	0,5617	0,5483	2,1	0,2	2,2	0,2	1,2	0,1
14	0,5349	0,5220	1,6	0,1	1,6	0,2	0,8	0,1
15	0,5093	0,4969	1,2	0,1	1,2	0,1	0,6	0,1
16	0,4849	0,4731	0,9	0,0	0,8	0,1	0,4	0,0
17	0,4616	0,4504	0,7	0,0	0,6	0,1	0,3	0,0
18	0,4394	0,4287	0,5	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0
19	0,4183	0,4082	0,4	0,0	0,3	0,0	0,1	0,0
20	0,3982	0,3886	0,3	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0
21	0,3791	0,3699	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
22	0,3609	0,3522	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
23	0,3436	0,3352	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
24	0,3271	0,3192	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,37			356,8	252,4			339,0	33,2

Abbildung 12: GuV Berechnungen – FV der Schadenreserven zum Jahresende.

Die Altreserven haben sich in diesem Szenario günstig entwickelt, so dass sowohl die Zahlungen im Bilanzjahr als auch der FV der Reserve zum Ende des Jahres sehr gering ausfällt. Daraus resultiert ein positiver GuV-Effekt.

Im vorliegenden Modell wird auf den Basisschadenaufwand nur eine quotale RV Struktur angewendet, so dass sich aus der Bruttorechnung schon die Nettorechnung ergibt.

2.2.2 Versicherungstechnische Gesamtrechnung

Die FV Berechnungen für die Schadenreserven stellt an sich den schwierigsten Teil der versicherungstechnischen GuV Berechnungen dar. In der nachfolgenden Abbildung sind die GuV-Effekte der zuvor erläuterten Berechnungen zusammengefasst.

		Brutto	zediert	Netto
			30,0%	
Prämien, Kommission	2,0%	406,7	130,1	276,5
Kosten		123,8	37,1	86,7
Zahlungen in der Bilanzperiode		152,4	45,7	106,7
Liquider Saldo				83,2
Zins zum Ende der Per	1,64%			1,4
VT Ergebnis Teil 1				84,6
FV der Reserve Jahresbeginn		488,8	146,6	342,1
FV der Reserve Jahresende		372,1	111,6	260,5
VT Ergebnis Teil 2				81,7
Nat Cat Zahlungen zum Ende der Periode		1.250,8	887,8	363,1
VT Ergebnis Teil 3				-363,1
GuV Gesamt				-196,8

Abbildung 13: GuV Berechnungen – VT Gesamtrechnung.

Bei einer FV Bewertung ist der Begriff „versicherungstechnische“ Rechnung an sich etwas irreführend, da durch die Diskontierung auch nicht versicherungstechnische Komponenten in die Rechnung eingegangen sind. Dennoch wurde an dieser Stelle diese Notation gewählt, um die Darstellung der GuV nicht unnötig kompliziert zu gestalten.

Im vorliegenden Szenario kann das relativ gute Ergebnis aus den Basisschäden das extrem schlechte Ergebnis aus den Nat Cat Schäden teilweise kompensieren; es bleibt aber noch ein sehr hoher versicherungstechnischer Verlust.

2.2.3 GuV insgesamt

Bei den Eingaben der Assets und der sonstigen Liabilities (insbesondere den Eingaben zum operationellen Risiko modelliert als Drohverlustrückstellung) wurden die GuV-Effekte zum Jahresende bereits simuliert, so dass jetzt (nach Anwendung des vorgegebenen Steuersatzes von 35%) der Gesamteffekt zum Jahresende gerechnet werden kann, siehe dazu die nachfolgende Abbildung.

Steuersatz 35,00%	Aktiva / Erträge / Einzahlungen			
	Position	Fair Value	Steuer	FV nach Steuer
GuV	Ergebnis VT	-196,8	-68,9	-127,9
	Ergebnis NVT - Windpark	-34,7	-12,2	-22,6
	Ergebnis NVT - Sonstige	-18,0	-6,3	-11,7
	Ergebnis NVT - op. Risiko	-15,4	-5,4	-10,0
Total GuV vor St.A.		-265,1	-92,77	-172,3
Saldo o. Steuereff.				
Saldo der Steuereff.				
	Ergebnis a. o. Steuerabschr.	0,0		0,0
Total		-265,1	-92,77	-172,3

Abbildung 14: Ausgabewerte – GuV-Effekte insgesamt.

Das hier simulierte Jahr ist also ein extremes Verlustjahr, nicht nur im Hinblick auf die Versicherungstechnik, sondern auch im Hinblick auf die Nicht-Versicherungstechnik. Das Ergebnis dieses Jahres ist schlecht, aber noch nicht ruinös, so dass noch keine Notwendigkeit einer außerordentlichen Abschreibung aktiver latenter Steuern vorlag.

2.3 Ausgabewerte

In der nachfolgenden Abbildung ist zunächst einmal auf Basis der Eingabeparameter die ökonomische Bilanz zu Beginn des Jahres zusammengefasst:

Steuersatz 35,00%	Aktiva / Erträge / Einzahlungen		Passiva / Aufwände / Auszahlungen	
	Position	Fair Value	Fair Value	Position
Startbilanz	Festverzinsliche Wertpapiere	329,4		
	Aktien	200,0		
	Windpark	200,0		
	zedierte Reserven	146,6	488,8	Brutto Reserven
	Sonstige Assets	100,0	50,0	Sonstige Liabilities
	Steuerforderungen	150,0	100,0	Steuerrückstellungen
Total Startbilanz		1.126,0	638,8	
Ökon. Kapital Start			487,2	

Abbildung 15: Ausgabewerte – Ausgangsbilanz zu Jahresbeginn.

Die Gesamteffekte für die GuV sind im vorherigen Abschnitt ermittelt worden. Zusammengefasst ergibt sich nun das nachfolgende ökonomische Kapital zum Jahresende:

Ökonomische Kapital Beginn	487,2
Ergebnis VT	-127,9
Ergebnis NVT - Windpark	-22,58
Ergebnis NVT - Sonstige	-11,73
Ergebnis NVT - op. Risiko	-10,03
Ergebnis a. o. Steuerabschr.	0,00
GuV gesamt	-172,3
Ökonomisches Kapital Ablauf	314,9
Rendite in %	-35,4%

Abbildung 16: Ausgabewerte – Ökonomisches Kapital zum Jahresende.

Dieses (extrem schlechte) Szenario ist nur eines von vielen; erst durch einen vollständigen Simulationslauf mit ausreichend vielen Simulationen erhält man ein aussagekräftiges Ergebnis im Hinblick auf die Auswirkung der Assetklasse Windpark. Dies soll im nachfolgenden Abschnitt für das fiktive Beispiel dargestellt werden.

3 Ergebnisse eines Simulationslaufes

Im vorherigen Abschnitt wurde das Simulationsmodell an Hand einer einzelnen Simulation erläutert, wobei ein relativ schlechtes Szenario gewählt wurde, um die Modelleffekte illustrieren zu können. Ein solches Szenario kommt in der Regel aber selten vor.

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse eines Simulationslaufs mit insgesamt 10.000 Simulationen erläutert und überprüft, wie wahrscheinlich die im vorherigen Abschnitt erläuterte Simulation ist.

3.1 Eigenkapitalverteilung

Auf Basis der 10.000 Simulationen erhält man eine empirische Verteilung des Eigenkapitals nach einem Jahr, die bei einer hinreichend hohen Anzahl von Simulationen eine gute Approximation der wahren Eigenkapitalverteilung liefert.

Dies ist insofern wichtig, da man bei den hier modellierten komplexen Zusammenhängen die wahre Eigenkapitalverteilung i. d. R. nicht mehr explizit bestimmen kann.

Auf Basis der empirischen Eigenkapitalverteilung kann dann der Eigenkapitalbedarf ermittelt werden und auf die einzelnen Eigenkapitalkomponenten allokiert werden.

In der nachfolgenden Abbildung sind die wichtigsten Verteilungsparameter und Quantile der einzelnen GuV Komponenten sowie des Eigenkapitals nach einem Jahr aufgelistet.

Quantile	Ergebnis VT	Ergebnis NVT - Windpark	Ergebnis NVT - Sonstige	Ergebnis NVT - op. Risiko	Ergebnis a. o. Steuerabschr.	ökonom. Kapital Ablauf
Mittelwert	33,4	11,7	19,2	-3,0	-0,9	547,5
Standardabweichung	62,9	23,5	25,2	9,3	21,8	83,8
Variationskoeffizient	188,4%	201,2%	131,5%	310,7%	2305,2%	15,3%
Quantile						
0,10%	-502,9	-42,4	-37,8	-125,2	-295,5	-264,1
0,24%	-301,6	-40,3	-35,2	-82,4	-199,7	0,0
0,50%	-149,5	-37,6	-31,8	-54,9	0,0	355,1
1,00%	-107,8	-34,7	-28,1	-37,7	0,0	389,3
5,00%	-53,5	-23,3	-17,6	-11,6	0,0	450,3
10,00%	-29,7	-16,8	-11,1	-6,4	0,0	476,1
50,00%	39,0	9,8	16,7	-0,8	0,0	553,4
90,00%	94,8	42,8	52,9	-0,1	0,0	620,1
95,00%	108,2	54,0	64,7	0,0	0,0	637,9
99,00%	132,3	74,3	88,6	0,0	0,0	671,9
99,50%	139,5	81,8	99,9	0,0	0,0	684,5
99,90%	154,3	101,3	122,7	0,0	0,0	710,9
Gesuchtes Quantil	-127,9	-22,6	-11,7	-10,0	0,0	314,9
Quantilsprozentsatz	0,7%	5,4%	9,4%	6,1%	0,3%	0,3%

Abbildung 17: Eigenkapitalverteilung.

Bei einem Ausgangskapital von 487,2 ergibt sich ein erwarteter Return von 12,4%; auf Basis der Eigenkapitalquantile ergibt sich eine geschätzte Ruinwahrscheinlichkeit von 0,24%. Direkt geschätzt über den Mittelwert der eingetretenen Ruine erhält man eine Ruinwahrscheinlichkeit von 0,25% (d. h. 25 Ruine bei 10.000 Simulationen).

Für das zuvor diskutierte Szenario wurden insgesamt und je Ergebniskomponente die Quantile bestimmt; das Szenario entspricht ca. einem 0,3% Quantil, d. h. nur 29 bis 30 Simulationen bei insgesamt 10.000 Simulationen fallen noch schlechter aus.

3.2 Eigenkapitalbedarfe

Auf Basis der EK-Quantile kann nun zunächst zu jedem Risikoniveau α (bzw. Sicherheitsniveau $1 - \alpha$) der Eigenkapitalbedarf (RC = Required Capital) nach einem Jahr nach dem Value-at-Risk-Prinzip wie folgt ermittelt werden:

$$RC_{1,\alpha} = E[EK_1] - VaR_\alpha[EK_1],$$

wobei der Value-at-Risk zum Niveau α mit dem entsprechenden Quantil übereinstimmt. Aus dem Eigenkapitalbedarf zum Jahresende kann der Eigenkapitalbedarf zum Jahresbeginn (zumindest approximativ) wie folgt ermittelt werden.

$$RC_{0,\alpha} = (RC_{1,\alpha} - GuV^*) / (1 + r_f)$$

$$GuV^* = E[GuV] - r_f \cdot EK_0.$$

Dies ist insofern nur eine Approximation, da es sich um eine rein lineare Transformation handelt, die nicht-lineare Effekte (wie etwa außerordentliche Steuerabschreibungen) nicht berücksichtigen kann. Korrekterweise müsste man die Simulation mit reduziertem Eigenkapital noch einmal durchführen. In den meisten Fällen haben nicht-lineare Effekte aber keine allzu gravierenden Auswirkungen.

Die Eigenkapitalbedarfe zum Jahresende und Jahresbeginn für verschiedene Risikoniveaus sind in der nachfolgenden Abbildung aufgelistet.

<i>rf Zins</i>	3,49%	<i>RC zum JB</i>	<i>RC zum JE</i>
Quantile	0,10%	742,4	811,7
	0,24%	487,2	547,5
	0,50%	144,1	192,4

Abbildung 18: Eigenkapitalbedarfe.

Der Eigenkapitalbedarf zum 0,5% Niveau zum Jahresbeginn entspricht dabei dem Solvency II Niveau. Für A Rating würde man aber eher ein Niveau von 0,2% benötigen. In diesem Fall hat man einen deutlich höheren Eigenkapitalbedarf.

3.3 Eigenkapitalallokation

Im Abschnitt zuvor wurde der Eigenkapitalbedarf insgesamt ermittelt. In der Regel wird man aber im Rahmen der wertorientierten Unternehmenssteuerung diesen Bedarf auf einzelne Komponenten mit geeigneten Allokationsverfahren herunterbrechen. In der nachfolgenden Abbildung sind für das 0,5% Eigenkapital zum Jahresende verschiedene Kapitalallokationsmethoden dargestellt.

Zielwert	Ergebnis VT	Ergebnis NVT - Windpark	Ergebnis NVT - Sonstige	Ergebnis NVT - op. Risiko	Ergebnis a. o. Steuerabschr.	ökonom. Kapital Ablauf
Value at Risk 0,50%	-149,5	-37,6	-31,8	-54,9	0,0	355,1
Benötigtes EK	182,9	49,3	51,0	51,9	-0,9	192,4
Proportionale Umlage	105,3	28,4	29,4	29,9	-0,5	192,4
<i>in %</i>	54,8%	14,7%	15,3%	15,5%	-0,3%	100,0%
Kovarianzprinzip	130,5	7,8	15,0	2,5	36,5	192,4
<i>in %</i>	67,8%	4,1%	7,8%	1,3%	19,0%	100,0%
Adj. Niveau 3,2%	101,0	38,6	40,1	13,6	-0,9	192,4
<i>in %</i>	52,5%	20,1%	20,8%	7,1%	-0,5%	100,0%

Abbildung 19: Eigenkapitalallokation.

Es gibt sehr viele verschiedene Verfahren. In der Tabelle dargestellt sind

- das proportionale Verfahren,
- die Allokation nach dem Kovarianzprinzip und
- die Allokation nach einem adjustierten Risikoniveau.

Die proportionale Umlage ist das einfachste Verfahren, allerdings absolut nicht risikoadäquat. Das Kovarianzprinzip berücksichtigt Risikoeigenschaften und basiert auf der additiven Zerlegung

$$\begin{aligned}
 \text{VAR}(X) &= \text{COV}(X, X) \\
 &= \text{COV}(X, \sum X_i) \\
 &= \sum \text{COV}(X, X_i)
 \end{aligned}$$

Das Verfahren verteilt nach den Beiträgen zur Gesamtvarianz und arbeitet somit „quadratisch“, so dass für große Risiken überproportional viel Eigenkapital allokiert wird.

Eine Niveauadjustierung basiert auf der Idee, dass man für ein 0,5% Niveau insgesamt aufgrund des Risikoausgleichs für die einzelnen Ergebnisbeiträge ein höheres Niveau ansetzen kann, im konkreten Fall beispielsweise ein 3,2% Niveau.

Aus dem Vergleich der Allokation nach dem Kovarianzprinzip mit den anderen Methoden lässt sich zumindest erahnen, dass in diesem fiktiven Beispiel die Anlage in den Windpark sich günstig auf die Eigenkapitalsituation auswirkt. Der prozentuale Beitrag zum Ergebnis ist höher als der prozentuale Beitrag zum Risiko.

4 Fazit

Aufgrund des EEG ergeben sich für Versorger von erneuerbaren Energien stabile Rahmenbedingungen mit klar kalkulierbaren Erträgen. Aus diesen Gründen werden Investitionen in diese Anlagen immer interessanter – aus Sicht beider Seiten, da Versicherungen auch große institutionelle Anleger sind.

Deshalb wurde in dieser Arbeit ein Simulationsmodell diskutiert, das die ALM Auswirkungen einer solchen Anlage abbildet und somit zur Risikoabschätzung eingesetzt werden kann.

Das Modell bildet die wichtigsten Eigenschaften ab und wurde an Hand eines fiktiven Berechnungsbeispiels vorgestellt, welches derart gewählt worden ist, dass Effekte besonders prägnant erkennbar sind.

In diesem fiktiven Beispiel ist bereits in Ansätzen erkennbar, dass sich eine Investition in Windkraftanlagen ggf. positiv auf die Risiko / Renditepositionen eines Unternehmens auswirken kann.

Genauere Aussagen kann man aber nur treffen, wenn eine realistische Parametrisierung vorgenommen wird, insbesondere was die Nat Cat Ereignisse und das Investitionsvolumen in Windparks sowie die Konditionen der Investition betrifft.

Hierfür müssen detaillierte Recherchen durchgeführt werden, insbesondere auch im Hinblick darauf, was man im Hinblick auf eine Mehr- oder Minderproduktion veranlasst durch Sturmereignisse ansetzen kann (wobei es noch nicht klar ist, ob es hierfür schon hinreichende technische Untersuchungen gibt).

Sofern man eine vernünftige Parametrisierung ansetzen kann, machen auch Sensitivitätsanalysen Sinn, die die Auswirkungen von Parameterfehlschätzungen illustrieren.

In jedem Fall hat die Analyse des fiktiven Beispiels gezeigt, dass es eine brauchbare Methodik gibt, bei hinreichend bekannter Information der relevanten Eingabeparameter, die Auswirkungen von Investitionen in erneuerbaren Energien auf das ALM von Versicherungsunternehmen einzuschätzen.

Quellenverzeichnis

- [1] Beier, Susanna: Erneuerbare Energien und ALM in der Versicherungswirtschaft. Masterarbeit, Institut für Versicherungswesen, Köln 2014.
- [2] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.). EEG-Reform, http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Gesetze/EEG_Reform/eeg_reform.html (Stand: 18.02.2015).
- [3] Bundesregierung (Hrsg.). Erneuerbare Energien ausbauen – EEG Novelle, http://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Energiewende/ErneuerbareEnergien/eeg_novelle/_node.html (Stand: 18.02.2015).
- [4] Ekardt, Felix; Hennig, Bettina; Unnerstall, Herwig (Hrsg.): Erneuerbare Energien – Ambivalenzen, Governance, Rechtsfragen, Marburg: Metropolis-Verlag, 2012.
- [5] Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV) (Hrsg.): Erneuerbare Energien – Gesamtüberblick der Technischen Versicherer im GDV über den technologischen Entwicklungsstand und das technische Gefährdungspotenzial – Stand April 2013, Berlin: GDV, 2013.
- [6] Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2014), 21.07.2014. http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/eeg_2014/gesamt.pdf (Stand: 18.02.2015).
- [7] Heep-Altiner, Maria; Kaya, Hüseyin; Krenzlin, Bastian; Welter, Dominik: Interne Modelle nach Solvency II – Schritt für Schritt zum internen Modell in der Schadenversicherung, 1. Auflage, Karlsruhe: Verlag Versicherungswirtschaft GmbH, 2010.

Impressum

Diese Veröffentlichung erscheint im Rahmen der Online-Publikationsreihe „Forschung am IVW Köln“. Alle Veröffentlichungen dieser Reihe können unter www.ivw-koeln.de oder [hier](#) abgerufen werden.

Forschung am IVW Köln, 4/2015

Heep-Altiner, Rohlf, Beier: Erneuerbare Energien und ALM eines Versicherungsunternehmens Köln, Februar 2015

ISSN (online) 2192-8479

Herausgeber der Schriftenreihe / Series Editorship:

Prof. Dr. Lutz Reimers-Rawcliffe
Prof. Dr. Peter Schimikowski
Prof. Dr. Jürgen Strobel

Institut für Versicherungswesen /
Institute for Insurance Studies

Fakultät für Wirtschafts- und Rechtswissenschaften /
Faculty of Business, Economics and Law

Fachhochschule Köln / Cologne University of Applied Sciences

Web www.ivw-koeln.de

Schriftleitung / Contact editor's office:

Prof. Dr. Jürgen Strobel

Tel. +49 221 8275-3270
Fax +49 221 8275-3277

Mail juergen.strobel@fh-koeln.de

Institut für Versicherungswesen /
Institute for Insurance Studies

Fakultät für Wirtschafts- und Rechtswissenschaften /
Faculty of Business, Economics and Law

Fachhochschule Köln / Cologne University of Applied Sciences
Gustav Heinemann-Ufer 54
50968 Köln

Kontakt Autor / Contact author:

Prof. Dr. Maria Heep-Altiner
Institut für Versicherungswesen /
Institute for Insurance Studies

Fakultät für Wirtschafts- und Rechtswissenschaften /
Faculty of Business, Economics and Law

Fachhochschule Köln / Cologne University of Applied Sciences
Gustav Heinemann-Ufer 54
50968 Köln

Tel. +49 221 8275-3449
Fax +49 221 8275-3277

Mail maria.heep-altiner@fh-koeln.de

Kontakt Autor / Contact author:

Prof. Dr. Torsten Rohlf
Institut für Versicherungswesen /
Institute for Insurance Studies

Fakultät für Wirtschafts- und Rechtswissenschaften /
Faculty of Business, Economics and Law

Fachhochschule Köln / Cologne University of Applied Sciences
Gustav Heinemann-Ufer 54
50968 Köln

Tel. +49 221 8275-3803
Fax +49 221 8275-3277

Mail torsten.rohlf@fh-koeln.de

Zuletzt erschienen im Rahmen von „Forschung am IVW Köln“

2015

- Dolgov: Calibration of Heston's stochastic volatility model to an empirical density using a genetic algorithm, Nr. 3/2015
- Heep-Altiner, Berg: Mikroökonomisches Produktionsmodell für Versicherungen, Nr. 2/2015
- Institut für Versicherungswesen: Forschungsbericht für das Jahr 2014, Nr. 1/2015

2014

- Müller-Peters, Völler (beide Hrsg.): Innovation in der Versicherungswirtschaft, Nr. 10/2014
- Knobloch: Zahlungsströme mit zinsunabhängigem Barwert, Nr. 9/2014
- Heep-Altiner, Münchow, Scuzzarello: Ausgleichsrechnungen mit Gauß Markow Modellen am Beispiel eines fiktiven Stornobestandes, Nr. 8/2014
- Grundhöfer, Röttger, Scherer: Wozu noch Papier? Einstellungen von Studierenden zu E-Books, Nr. 7/2014
- Heep-Altiner, Berg (beide Hrsg.): Katastrophenmodellierung - Naturkatastrophen, Man Made Risiken, Epidemien und mehr. Proceedings zum 6. FaRis & DAV Symposium am 13.06.2014 in Köln, Nr. 6/2014
- Goecke (Hrsg.): Modell und Wirklichkeit. Proceedings zum 5. FaRis & DAV Symposium am 6. Dezember 2013 in Köln, Nr. 5/2014
- Heep-Altiner, Hoos, Krahfors: Fair Value Bewertung von zedierten Reserven, Nr. 4/2014
- Heep-Altiner, Hoos: Vereinfachter Nat Cat Modellierungsansatz zur Rückversicherungsoptimierung, Nr. 3/2014
- Zimmermann: Frauen im Versicherungsvertrieb. Was sagen die Privatkunden dazu?, Nr. 2/2014
- Institut für Versicherungswesen: Forschungsbericht für das Jahr 2013, Nr. 1/2014

2013

- Heep-Altiner: Verlustabsorbierung durch latente Steuern nach Solvency II in der Schadenversicherung, Nr. 11/2013
- Müller-Peters: Kundenverhalten im Umbruch? Neue Informations- und Abschlusswege in der Kfz-Versicherung, Nr. 10/2013
- Knobloch: Risikomanagement in der betrieblichen Altersversorgung. Proceedings zum 4. FaRis & DAV-Symposium am 14. Juni 2013, Nr. 9/2013
- Strobel (Hrsg.): Rechnungsgrundlagen und Prämien in der Personen- und Schadenversicherung - Aktuelle Ansätze, Möglichkeiten und Grenzen. Proceedings zum 3. FaRis & DAV Symposium am 7. Dezember 2012, Nr. 8/2013
- Goecke: Sparprozesse mit kollektivem Risikoausgleich - Backtesting, Nr. 7/2013
- Knobloch: Konstruktion einer unterjährlichen Markov-Kette aus einer jährlichen Markov-Kette, Nr. 6/2013
- Heep-Altiner et al. (Hrsg.): Value-Based-Management in Non-Life Insurance, Nr. 5/2013
- Heep-Altiner: Vereinfachtes Formelwerk für den MCEV ohne Renewals in der Schadenversicherung, Nr. 4/2013
- Müller-Peters: Der vernetzte Autofahrer – Akzeptanz und Akzeptanzgrenzen von eCall, Werkstattvernetzung und Mehrwertdiensten im Automobilbereich, Nr. 3/2013
- Maier, Schimikowski: Proceedings zum 6. Diskussionsforum Versicherungsrecht am 25. September 2012 an der FH Köln, Nr. 2/2013
- Institut für Versicherungswesen: Forschungsbericht für das Jahr 2012, Nr. 1/2013