

# Risikobewertung langfristiger Garantien

## Anhang 1

### Simulationsergebnisse für klassische Bestände

Der Bestand eines Musterunternehmens wird durch ca. 10.000 *model points* simuliert. Der Bestand besteht aus

- ◆ Kapitallebensversicherungen, reguliert (mit garantierten Rückkaufswerten)
- ◆ Kapitallebensversicherungen, dereguliert (ohne garantierte Rückkaufswerte)
- ◆ aufgeschobenen Renten (reguliert und dereguliert),
- ◆ laufende Renten (reguliert und dereguliert).

Das betrachtete Kapitalanlageportfolio besteht aus

- ◆ Aktien (15%),
- ◆ Pfandbriefen, Darlehen und Hypotheken (80%),
- ◆ Immobilien (5%).

Die *model points* variieren die Laufzeit der Verträge und die zum Bewertungszeitpunkt abgelaufene Versicherungsdauer (beides in 1-Jahres-Schritten). Es werden nur männliche Versicherte berücksichtigt; eine Abhängigkeit vom Beginnalter wird nicht modelliert.

Wir führen die Risikobewertung der Garantien sowohl einzeln für diese Versicherungsarten als auch für verschiedene Musterunternehmen durch.

Wir legen die folgenden Bezeichnungen fest:

Der gesamte Marktwert der Aktiva zu Jahresbeginn sei mit  $A_0$  bezeichnet. Er ergibt sich in den Modellrechnungen aus der Höhe der anfänglich zu bedeckenden Passiva des simulierten Bestandes zuzüglich Zuschlägen, siehe Abschnitt 6.4 [Bilanzverkürzung].  $P_0$  bezeichnet den Marktwert der Garantien zu Jahresbeginn, siehe Abschnitt 6.3 [Barwert der Garantien]. Mit  $A_1^{(k)}$  und  $P_1^{(k)}$  ( $k = 1, \dots, 1.000$ ) seien die auf den Periodenbeginn diskontierten Szenario-Werte von Aktiva und Garantien bezeichnet.

Die Garantien sind im Sinne des Modells erfüllbar, wenn die Ungleichung

$$A_1^{(k)} - \text{Risikoabschlag} \geq P_1^{(k)} \quad (1)$$

für mindestens  $(1-\gamma) \cdot 1.000$  Szenarien gilt.

Die Größe des anfänglichen Puffers ist  $M_0 = A_0 - P_0$ . Damit können wir eine äquivalente Formulierung zu (1), die sich auf die notwendige Größe dieses Puffers bezieht, geben: Der anfängliche Puffer ist hinreichend groß, wenn die Bedingung

$$M_0 \geq \frac{R_P^{(k)} - R_A^{(k)}}{R_A^{(k)}} P_0 + \frac{1}{R_A^{(k)}} \text{Risikoabschlag} \quad (2)$$

für mindestens  $(1-\gamma) \cdot 1.000$  Szenarien erfüllt ist.<sup>1</sup> Dabei bezeichnen  $R_A^{(k)} = A_1^{(k)} A_0^{-1}$  und  $R_P^{(k)} = P_1^{(k)} P_0^{-1}$  die relative Wertentwicklung von Aktiv- und Passivseite.

<sup>1</sup> Dies bedeutet, daß der anfängliche Puffer  $M_0$  mindest so groß sein muß wie das  $(1-\gamma)$ -Quantil der Verteilung

der Zufallsvariable  $\frac{R_P - R_A}{R_A} P_0 + \frac{1}{R_A} \text{Risikoabschlag}$ .

## Parameter der Simulationen

**Vorbemerkung:** Die Parameter sind notwendigerweise nicht aktuell und für eigene Analysen im erforderlichen Umfang anzupassen. Dies betrifft insbesondere die Anfangszinsstruktur und die Parametrisierung des Adressenausfallrisikos.

Die Rendite-Szenarien  $(r_{1,t}, r_{5,t}, r_{10,t})$  für Pfandbriefe mit ein-, fünf- und zehnjähriger Laufzeit werden gemäß des Cox-Ingersoll-Ross (CIR) Modells erzeugt und zwar mittels der Differenzgleichung

$$r_{j,t+\Delta} = r_{j,t} + \kappa_j (\mu_j - r_{j,t}) \Delta + \sigma_j \sqrt{\Delta \cdot r_{j,t}} \varepsilon_{j,t+\Delta}, \quad j \in \{1, 5, 10\}$$

Die Dynamik von Aktien und Immobilien ist durch

$$\ln V_{j,t+\Delta} = \ln V_{j,t} + \mu_j \Delta + \sigma_j \sqrt{\Delta} \varepsilon_{j,t+\Delta}, \quad j \in \{A, I\}$$

gegeben.

Das Adressenausfallrisiko auf dem Teilportfolio aus Pfandbriefen, Darlehen und Hypotheken wird quantifiziert durch einen Verlustfaktor der Gestalt

$$L = \sum_{i=1}^n w_i \cdot LGD_i \cdot \Phi \left( \frac{\Phi^{-1}(PD_i) - \rho \cdot \varepsilon_{FI,t}}{\sqrt{1 - \rho^2}} \right), \quad j = FI$$

wobei  $\Phi$  die Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung bezeichnet. Es wird also für jede der im Portfolio enthaltenen Rating-Klassen ( $i$ ) ein Vasicek-verteilter<sup>2</sup> Einzelverlust angesetzt. Dabei gelten die folgenden Bezeichnungen:

- ◆  $w_i$  Relativer Wert des Teils des Fixed Income-Teilportfolios, das aus Kapitalanlagen, deren Rating mit  $i$  indiziert wird, besteht,
- ◆  $LGD_i$  relativer Verlust dieses Teils bei Adressenausfall (50% bedeutet also einen Wertverlust von 50%),
- ◆  $PD_i$  mittlere Ausfallwahrscheinlichkeit in diesem Teil des Fixed Income-Teilportfolios,
- ◆  $\rho$  Korrelation von individuellem und kollektivem Risiko,
- ◆  $\Phi$  Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung.

**Anmerkung:** Aus aktuarieller Sicht ist es hier nicht erforderlich, das Spreadänderungsrisiko von Wertpapieren, die bis zur Fälligkeit gehalten werden (sollen) zu modellieren. Allerdings ist es dann, selbst bei der hier beschriebenen Analyse des Risikos nach einem Jahr, notwendig das Adressenausfallrisiko eines Wertpapiers über seine gesamte Laufzeit zu betrachten, da das tatsächliche Risiko ansonsten unterschätzt wird.

Der treibende stochastische Prozeß  $(\varepsilon_t)_{t=1/12, \dots, 12/12}$  ist unabhängig und identisch verteilt, wobei  $\varepsilon_t \square (\varepsilon_{j,t})_{j=1,5,10,A,I}$  eine Normalverteilung mit Erwartungswertvektor 0 und Korrelationsmatrix  $\Sigma$  hat.

<sup>2</sup> Vgl. z.B. Hull, Kapitel 22 oder Vasicek.

Der Startwert für die Zinsentwicklung ist  $(r_{1,0} \ r_{5,0} \ r_{10,0}) = (2,37\% \ 3,42\% \ 4,24\%)$ , bzw.  $(z_{1,0} \ z_{5,0} \ z_{10,0}) = (2,37\% \ 3,46\% \ 4,38\%)$ , die Parameter der stochastischen Dynamik sind  $\Delta = 12^{-1}$ ,

	$j = 1$	$j = 5$	$j = 10$	$j = A$	$j = I$
$\mu_j$	0,0506	0,0572	0,0609	0,0643	0,0500
$\sigma_j$	0,0450	0,0387	0,0365	0,2061	0,0250
$\kappa_j$	0,0704	0,0862	0,1318	---	---

und die Korrelationsmatrix von  $\varepsilon_t$  ist durch

$$\Sigma = \begin{pmatrix} 1 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0,96 & 1 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0,89 & 0,98 & 1 & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & 1 & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & 0,7 & 0,7 & 1 \end{pmatrix}$$

gegeben.

#### Quantile der Randverteilungen der Zinsszenarien

Die folgende Tabelle zeigt die 1%- und 99%-Quantile der Verteilungen von Zerobond-Renditen  $z_{j,1}$  für die Laufzeiten  $j = 1, 5, 10$  Jahre und die Startwerte 2,37%, 3,46% und 4,38%. Außerdem sind die Differenzen  $z_{j,1} - z_{j,0}$  zwischen Szenariowert und Startwert angegeben.

	1%-Quantil	99%-Quantil		1%-Quantil	99%-Quantil
$z_{1,1}$	1,21%	4,19%	$z_{1,1} - z_{1,0}$	-1,16%	1,82%
$z_{5,1}$	2,23%	5,32%	$z_{5,1} - z_{5,0}$	-1,23%	1,86%
$z_{10,1}$	3,03%	6,48%	$z_{10,1} - z_{10,0}$	-1,35%	2,10%

Mit „Verteilung“ ist im folgenden jeweils die Verteilung der Zufallsgröße  $A_1 - P_1 - \text{Risikoabschlag}$  gemeint. Auch die Angaben von Quantilen beziehen sich auf diese Verteilung.

Die Parameter für die Abbildung des Adressenausfallrisikos sind im folgenden Abschnitt beispielhaft beschrieben.

## Auswirkung des Adressenausfallrisikos auf die Verteilung der Risikopuffer

Im folgenden wird die Auswirkung des Adressenausfallrisikos (Kreditrisikos) auf die Bedeckung anhand von 3 Portfolios untersucht:

1. Ein Kapitalanlagenportfolio ohne Kreditausfallrisiko
2. Wie 1, aber mit Adressenausfallrisiko wobei der Bestand festverzinslicher Anlagen zu 90% in die Ratingklassen AAA oder AA fällt („kreditrisikoarmes Portfolio“)
3. Wie 2, aber mit höherem Kreditrisiko („kreditrisikoreiches Portfolio“)

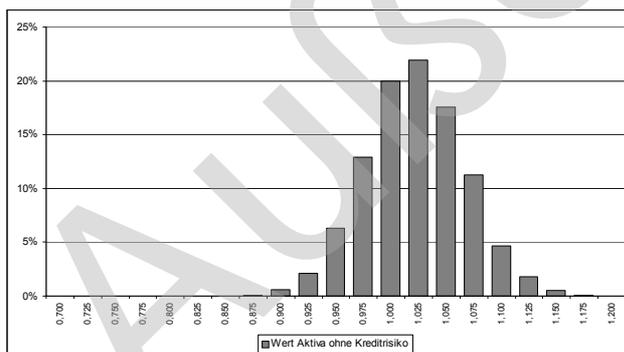
In allen Fällen wurde unterstellt, dass die anfängliche Überdeckung 110% beträgt, also ein Anfangspuffer von 10% der Deckungsrückstellung besteht. Ferner wurden für das Adressenausfallrisiko eine Korrelation von 0,7 mit Aktien- und Immobilienrisiko (s.o.), ein Wert von  $\rho = 0,5$  sowie die folgenden Parameter angenommen:

Rating-Klasse $i$		AAA	AA	A	BBB	BB
(5-jährige) Ausfallwahrscheinlichkeit $pd_i$ [%]		0,10	0,18	0,47	1,94	10,22
Gewicht $w_i$ [%]	(2) Risikoarmes Portfolio	50	40	10	0	0
	(3) Riskanteres Portfolio	30	30	20	10	10
Relativer Verlust bei Ausfall $LGD_i$ [%]		10	20	30	50	70

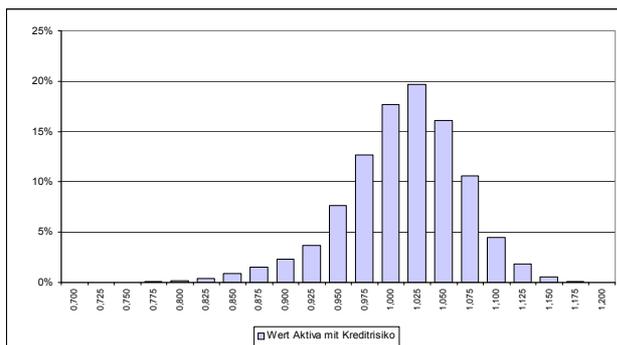
Bei der Modellierung des Kreditausfalls wurden aus Gründen der Vereinfachung mehrjährige, zu den Restlaufzeiten der ausfallbedrohten Assets passende, Kreditausfallwahrscheinlichkeiten angesetzt (der Wert für die 5-jährige Ausfallwahrscheinlichkeit dient hier als Orientierung), um auch Effekte von „Spreadänderung“ und „Kreditmigration“ implizit abzubilden.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Verteilung des Marktwertes der Aktiva nach einem Jahr für die drei obengenannten Portfolios.

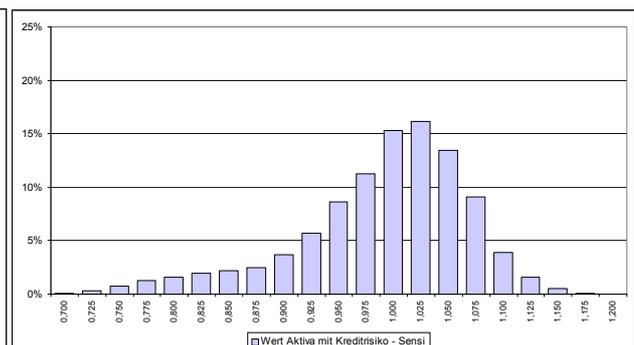
### Kapitalanlagenportfolio ohne Kreditrisiko (1)



### Kreditrisikoarmes Kapitalanlagenportfolio (2)



### Kreditrisikoreiches Kapitalanlagenportfolio (3)

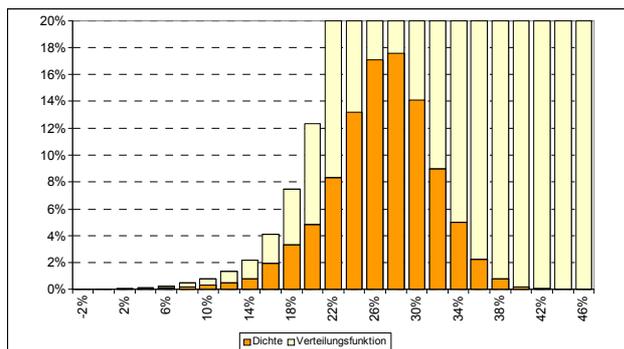


Es ist deutlich zu sehen, dass mit Zunahme des Kreditrisikos ungünstige Wertentwicklungen deutlich wahrscheinlicher werden. Während Verluste über 12,5% des Anfangswertes beim Kapitalanlagenportfolio 1 in den Simulationen nicht auftreten, haben diese bei Kapitalanlagenportfolio 3 bereits eine relative Häufigkeit von über 7%, wobei auch Verluste von über 25% auftreten.

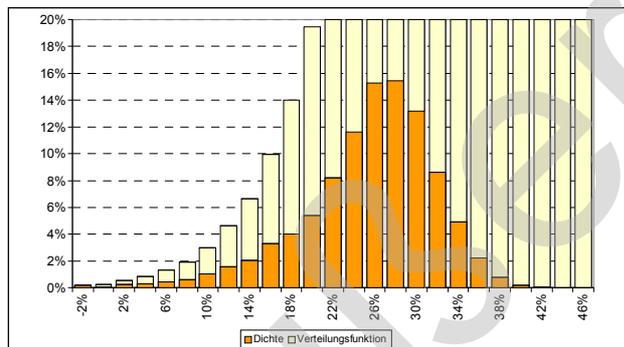
Die Risikoerhöhung auf der Aktivseite schlägt sich naturgemäß auch auf die Verteilung des verbleibenden Puffers nieder, da die Passivseite durch das Adressenausfallrisiko nicht betroffen ist und der Diskontierungszins der Bewertung der Passiva unverändert bleibt.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Verteilung des nach einem Jahr verbleibenden Puffers (in % der Deckungsrückstellung) für die drei obengenannten Portfolios.

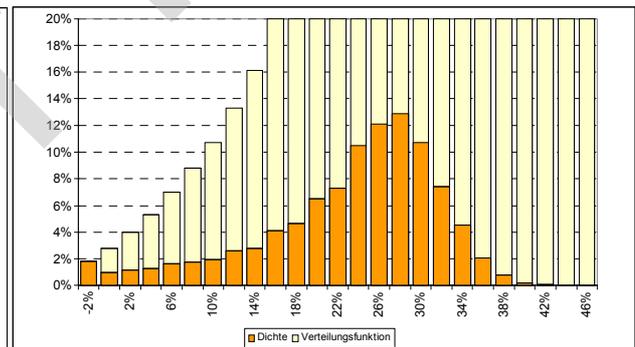
Puffer in Situation 1



Puffer in Situation 2



Puffer in Situation 3



Anhand der folgenden Tabelle lassen sich die Unterschiede im Risiko an Hand der Unterdeckungswahrscheinlichkeiten und einiger Quantile des verbleibenden Puffers nachvollziehen.

	Unterdeckungswahrscheinlichkeit	1% Quantil des verbleibenden Puffers	5% Quantil des verbleibenden Puffers
Portfolio 1	0,04%	10,85%	16,58%
Portfolio 2	0,26%	4,59%	12,51%
Portfolio 3	2,81%	-5,53%	3,42%

Insgesamt ist festzuhalten, dass das Adressenausfallrisiko bereits bei Portfolios hoher Bonität nicht vernachlässigbar ist und bei Portfolios mit großen Kreditrisiken einen wesentlichen Risikotreiber darstellt.

**Anmerkung:** In den im Folgenden beschriebenen Analysen wurde das Adressenausfallrisiko nicht berücksichtigt.

## Sensitivität der Ergebnisse: Garantierte Rückkaufswerte und Duration-Mismatch

Bevor wir den Modellbestand und die Teilbestände ausführlich analysieren, betrachten wir zunächst einen einzelnen Vertrag und die ihn bedeckenden Aktiva. Daran erläutern wir den Einfluß von Duration-Mismatch und garantierten Rückkaufswerten auf die Risikobewertung.

Die betrachtete Kapitallebensversicherung habe die folgenden Daten:

- ◆ laufende Beitragszahlung,
- ◆ verbleibende Aufschubdauer 10 Jahre,
- ◆ nicht garantierter Rückkaufswert,
- ◆ anfängliche Deckungsrückstellung  $DR_0$  auf 1 normiert,
- ◆ Duration des garantierten Cash Flows = 12.

Das Kapitalanlageportfolio bestehe aus

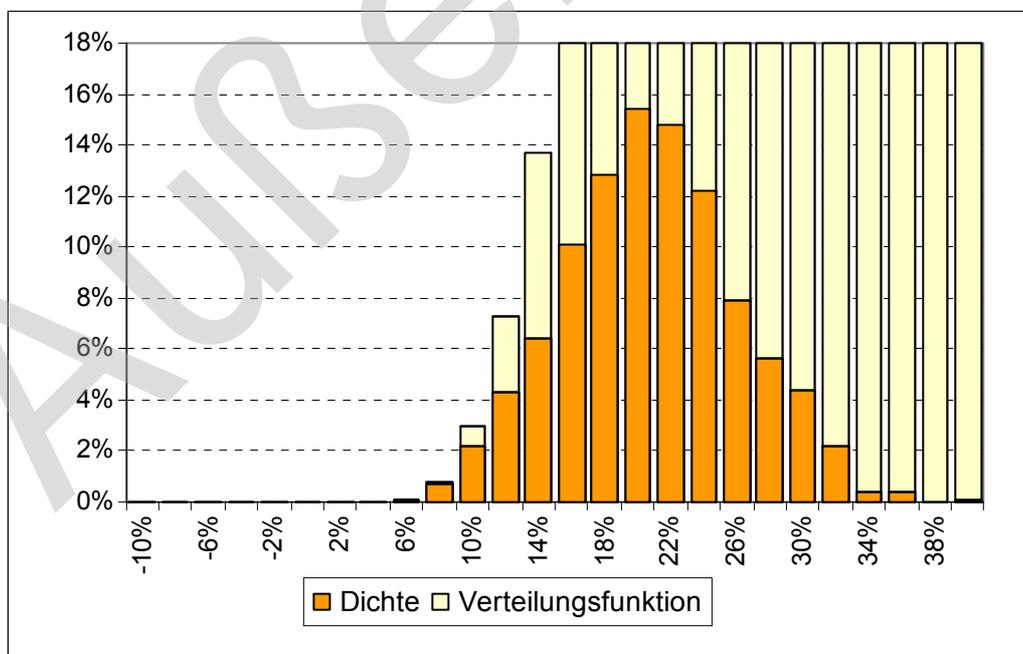
- ◆ Aktien (15%),
- ◆ Zerobonds mit Restlaufzeit 6 Jahre (85%).<sup>3</sup>

Der Marktwert der Aktiva sei 110% der Deckungsrückstellung. Damit ergibt sich mit den gegebenen Modellierungsparametern eine anfängliche Überdeckung  $x = A_0 / P_0 - 1$  in Höhe von 20%. Insbesondere gilt also  $P_0 = 91,7\% \cdot DR_0$ .

In den folgenden Berechnungen verwenden wir einen Risikoabschlag der Größe  $0,005 \cdot P_0$ . Die Werte auf den Abszissen der Graphiken beziehen sich jeweils auf  $P_0$ .

### Risikobewertung für die Ausgangssituation

Aus der stochastischen Simulation erhalten wir die Verteilung des verbleibenden Puffers  $A_1 - P_1 - \text{Risikoabschlag}$ .



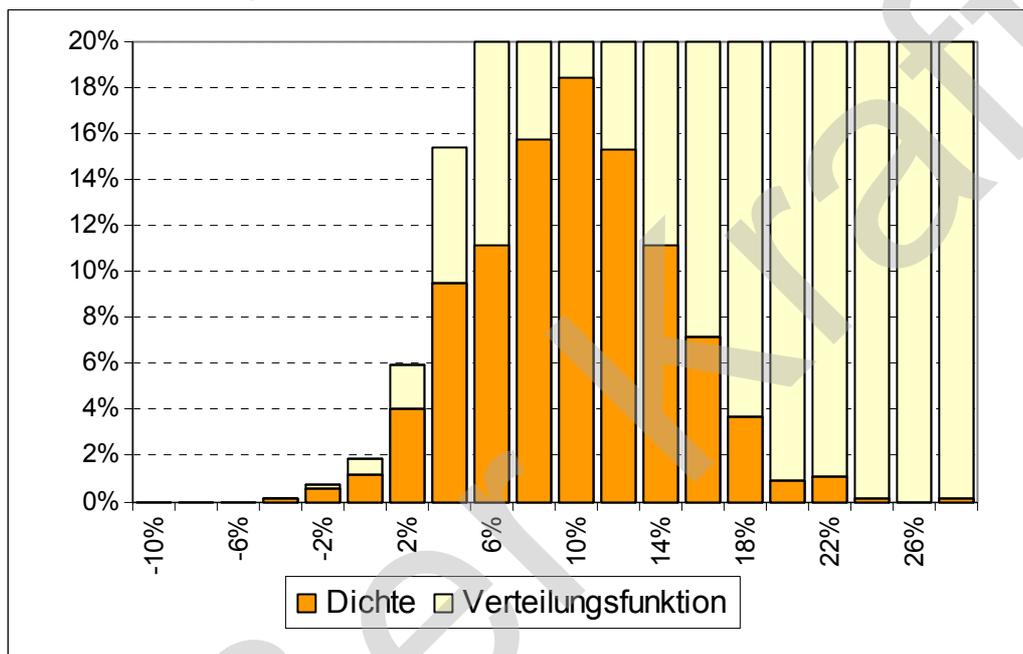
Wir sehen, daß die Verteilung des verbleibenden Puffers relativ stark um den Anfangswert von 20% streut. Gründe dafür sind der relativ große Duration-Mismatch von Aktiva und Passiva und die Volatilität der Aktien. Eine Unterdeckung tritt in keinem der 1.000 Szenarien ein, d.h. der verbleibende Puffer ist immer mindestens 0.

<sup>3</sup> Bei Zerobonds entspricht die modifizierte Duration der Restlaufzeit.

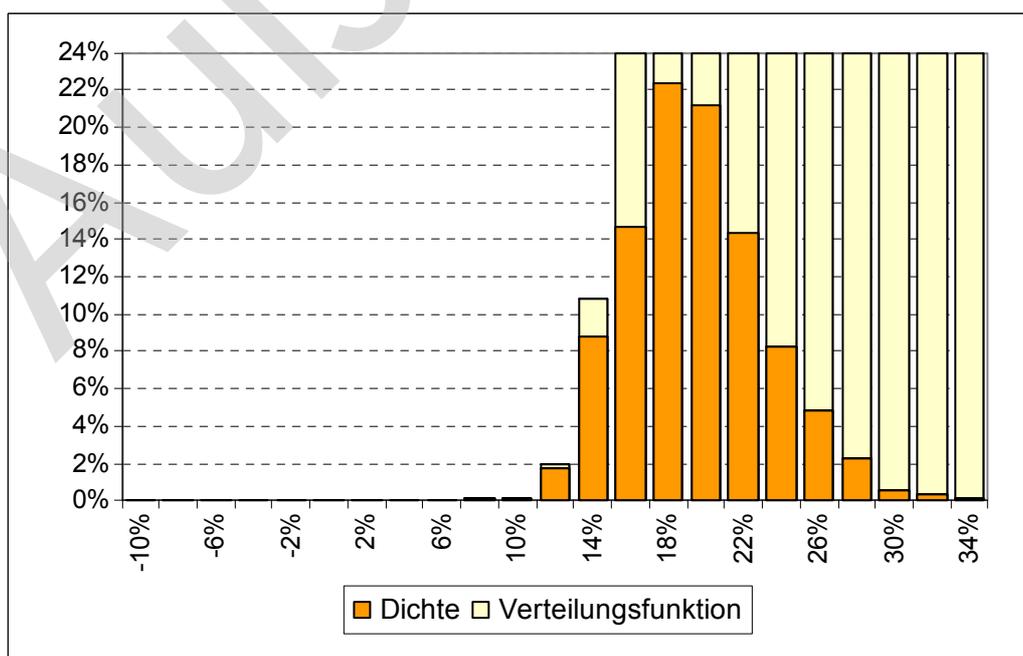
### Sensitivitätsanalyse 1: Garantierter Rückkaufswert

Wir ändern die Gestaltung des Rückkaufswertes indem wir einen garantierten Rückkaufswert in Höhe der Deckungsrückstellung ansetzen. Ansonsten sind Vertrag und Kapitalanlage unverändert. Allerdings steigt durch den garantierten Rückkaufswert der Barwert der Garantien von  $P_0$  auf  $DR_0$ , so daß die anfängliche Überdeckung auf ca. 10% sinkt.

Die Verteilung des verbleibenden Puffers streut nun etwas weniger stark um den Anfangswert von 10%, weil der Barwert der Garantien weniger schwankt. Dieser entspricht in allen Szenarien, in denen die Zinsen deutlich steigen, gerade dem fixierten Rückkaufswert  $DR_0$ . In Szenarien mit besonders starkem Zinsanstieg kommt es so zu einem isolierten, beträchtlichen Wertverlust der Kapitalanlagen, so daß sich nun insgesamt eine Unterdeckungswahrscheinlichkeit von 1,9% ergibt.



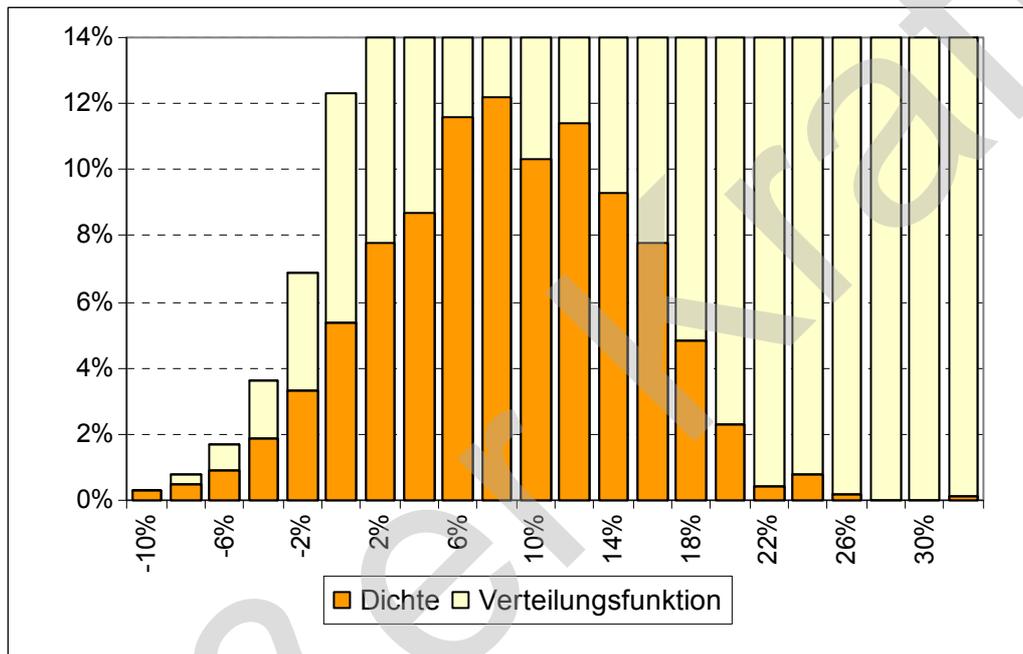
### Sensitivitätsanalyse 2: Restlaufzeit Zerobonds = 10 Jahre



Durch die Erhöhung der Duration der Aktiva verringert sich der Mismatch von Aktiva und Passiva. Deshalb streut der verbleibende Puffer deutlich weniger als in der Ausgangssituation. Die leichte Schiefe der Verteilung wird durch die Überrendite von Aktien und die Schiefe ihrer log-normalen Verteilung verursacht. Die Unterdeckungswahrscheinlichkeit ist 0.

### Sensitivitätsanalyse 3: Garantierter Rückkaufswert und Restlaufzeit Zerobonds = 10 Jahre

Hier zeigt sich die Problematik garantierter Rückkaufswerte: Während eine Durationserhöhung auf der Aktivseite das Risiko senkt, wenn der Rückkaufswert nicht garantiert ist (Ausgangssituation vs. Sensitivitätsanalyse 2), erhöht diese Maßnahme das Risiko bei garantierten Rückkaufswerten (Unterdeckungswahrscheinlichkeit 12,3%). Dies liegt daran, daß die Durationserhöhung einerseits die Verluste bei einem Zinsrückgang reduziert, andererseits aber die Verluste bei einem Zinsanstieg erhöht.<sup>4</sup>



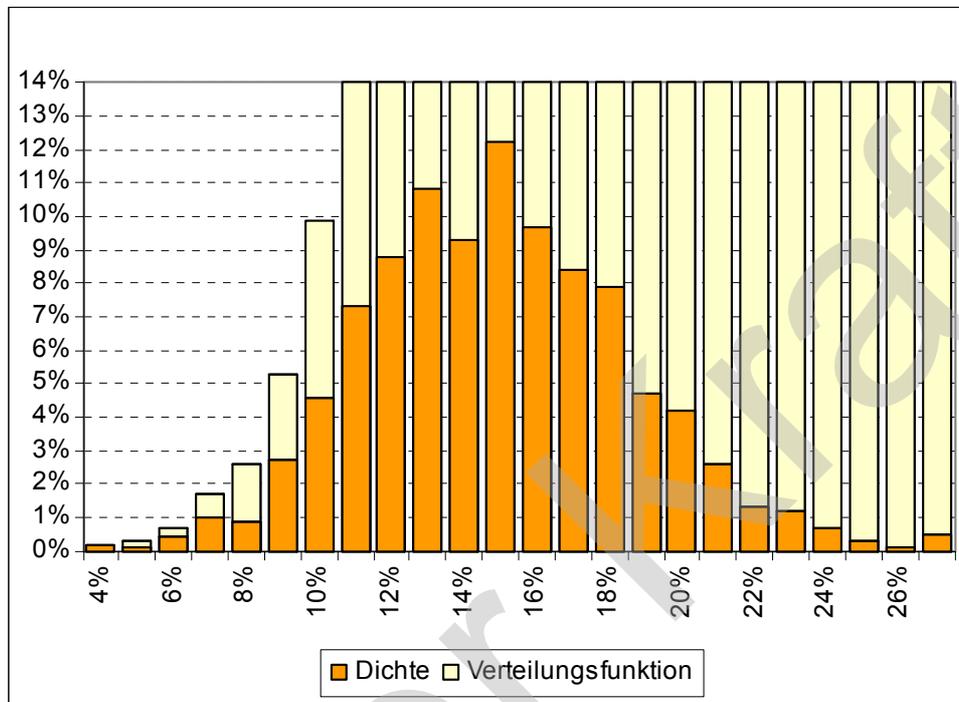
Diese Sensitivitätsanalyse zeigt deutlich, daß garantierte Rückkaufswerte das Risiko einer Unterdeckung *ceteris paribus* stark erhöhen. Während das Risiko bei nicht garantierten Rückkaufswerten über eine Anpassung der Duration der Aktiva gesteuert werden kann, ist dies bei garantierten Rückkaufswerten nicht möglich: Bei Zinsrückgang ist eine hohe Duration der Aktiva nötig, um eine wirtschaftliche Unterdeckung zu verhindern, bei Zinsanstieg hingegen eine niedrige Duration.

<sup>4</sup> Weil der garantierte Rückkaufswert unabhängig vom Zinsniveau ist, führt ein Zinsanstieg zu einem isolierten und (wegen der hohen Duration) großen Wertverlust auf der Aktivseite.

## Ergebnisse der Risikobewertung für Kapitallebensversicherungen (reguliert)

### Verteilung von $A_1 - P_1 - \text{Risikoabschlag}$

Die folgende Graphik zeigt die Verteilung des Wertes von Aktiva minus Garantien abzüglich Risikoabschlag. Dabei wurde mit  $A_0 = 1,15 \cdot P_0$  und einem Risikoabschlag der Größe  $0,005 \cdot P_0$  gerechnet. Die Werte der Abszisse beziehen sich auf  $P_0$ .



Das 1%-Quantil der Verteilung ist  $0,065 \cdot P_0$ . Bezogen auf den anfänglichen Puffer ergibt sich ein Wert von  $0,433 \cdot (A_0 - P_0)$ . Dies bedeutet, daß mit 1% Wahrscheinlichkeit ein Verlust von mindestens 56,7% des anfänglichen Puffers auftritt. Andererseits impliziert dieses Ergebnis auch, daß eine wirtschaftliche Unterdeckung in weniger als 1% der Szenarien eintritt. Der Wert des 5%-Quantils ist  $0,089 \cdot P_0$  und der zugehörige Verlust beträgt 40,7% des anfänglichen Puffers.

Die folgende Tabelle zeigt die Quantile, bezogen auf den anfänglichen Wert der Garantien und den Verlust, bezogen auf den anfänglichen Puffer, für alternative Ausgangswerte der Aktiva.

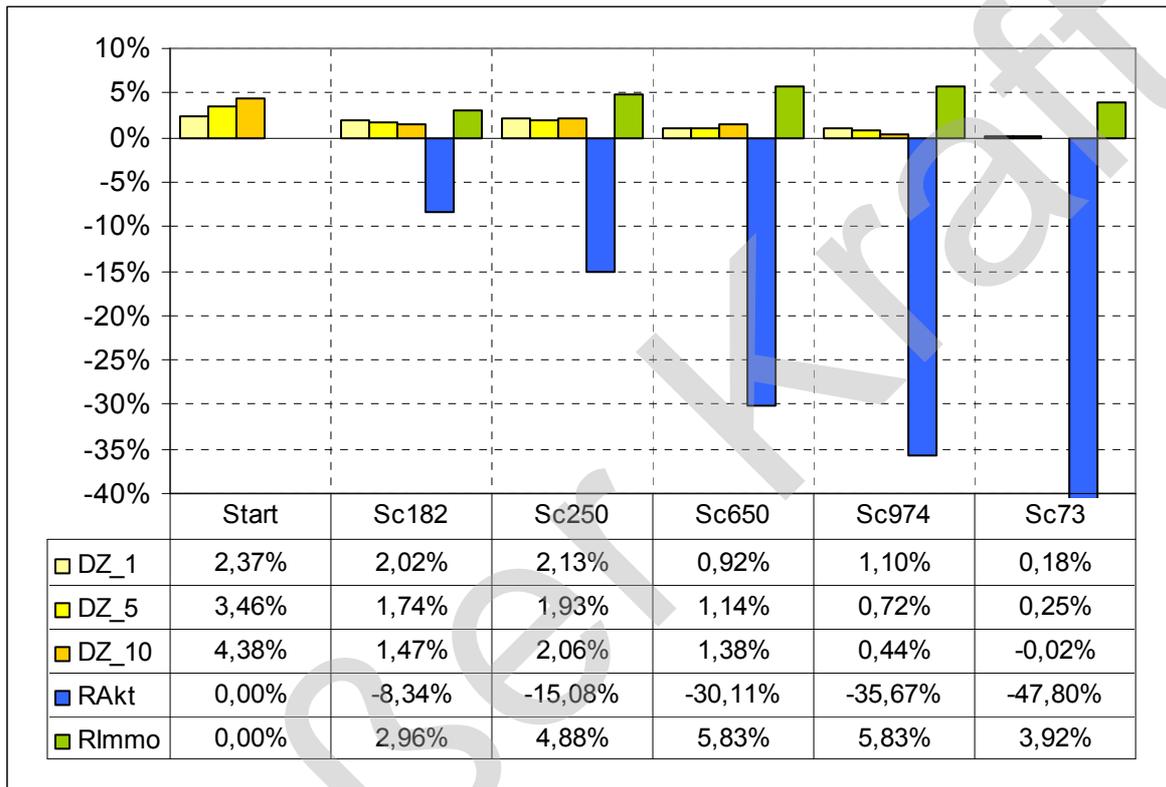
	$A_0 = 1,05 \cdot P_0$	$A_0 = 1,15 \cdot P_0$	$A_0 = 1,25 \cdot P_0$
1%-Quantil, bzgl. $P_0$	-2,9 %	6,5 %	16,0 %
5%-Quantil, bzgl. $P_0$	-0,8 %	8,9 %	18,6 %
1%-Verlust, bzgl. $A_0 - P_0$	158,0 %	56,7 %	36,0 %
5%-Verlust, bzgl. $A_0 - P_0$	116,0 %	40,7 %	25,6 %

## Extreme Szenarien

Die folgende Graphik zeigt fünf Szenarien, die aus den 25 ungünstigsten Szenarien ausgewählt wurden, wobei keines dieser Szenarien unter den schlechtesten 5 Szenarien ist.

Extrem sind einerseits Hochzinsszenarien mit mäßigen bis sehr großen Verlusten auf Aktien und andererseits Szenarien mit geringen Zinsanstiegen und sehr großen Verlusten auf Aktien. Unter den schlechtesten 25 Szenarien ist keines mit positiver Aktienrendite.

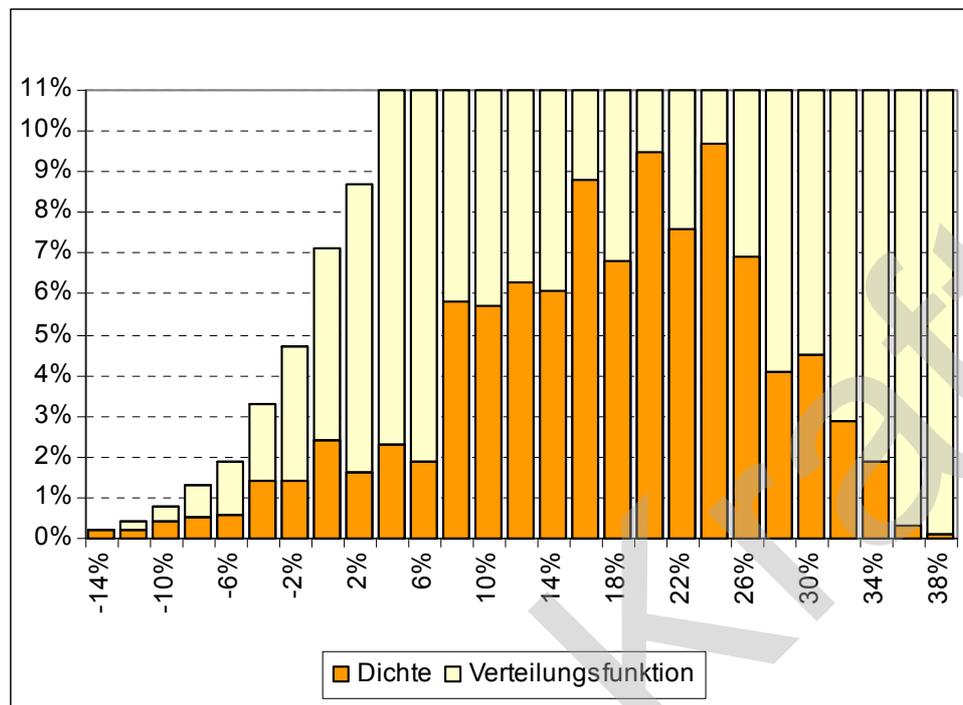
Anmerkung: Die Abhängigkeit des Ranges der Szenarien vom Verhältnis von  $A_0 P_0^{-1}$  ist gering.



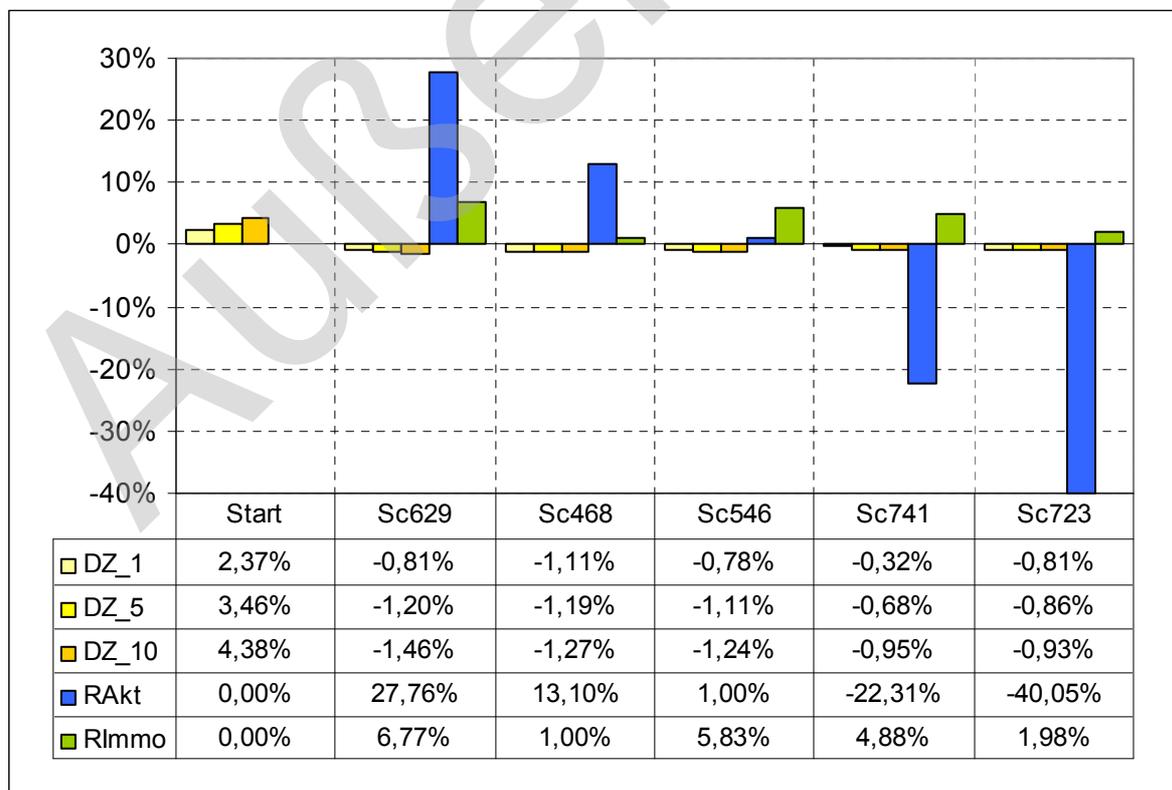
Bezeichnungen: DZ\_i bezeichnet für „Start“ den Ausgangswert der i-jährigen Zero Rate und für die anderen Szenarien den Spread zwischen Szenariowert und Startwert. RAkt ist die Aktienrendite und RImmo die Rendite der Immobilien, bezogen auf das Startscenario.

## Ergebnisse der Risikobewertung für Kapitallebensversicherungen (dereguliert)

Verteilung von  $A_1 - P_1 - \text{Risikoabschlag}$  für  $A_0 = 1,15 \cdot P_0$



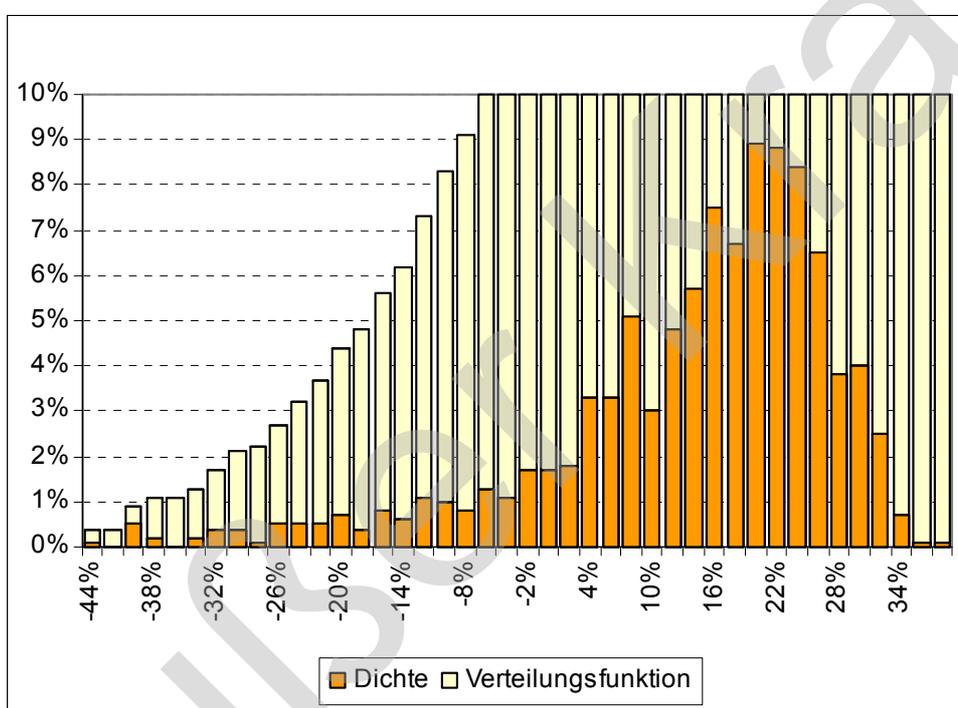
Extreme Szenarien: Nur Niedrigzinsszenarien. Die Wertentwicklung von Aktien und Immobilien spielt eine untergeordnete Rolle.



## Quantile für Kapitallebensversicherungen (dereguliert)

	$A_0 = 1,15 \cdot P_0$	$A_0 = 1,25 \cdot P_0$
1%-Quantil, bzgl. $P_0$	-9,9 %	1,0 %
5%-Quantil, bzgl. $P_0$	-1,8 %	8,6 %
1%-Verlust, bzgl. $A_0 - P_0$	166,0 %	96,0 %
5%-Verlust, bzgl. $A_0 - P_0$	112,0 %	65,6 %

## Ergebnisse der Risikobewertung für aufgeschobene Renten

Verteilung von  $A_1 - P_1 - \text{Risikoabschlag}$  für  $A_0 = 1,15 \cdot P_0$ 

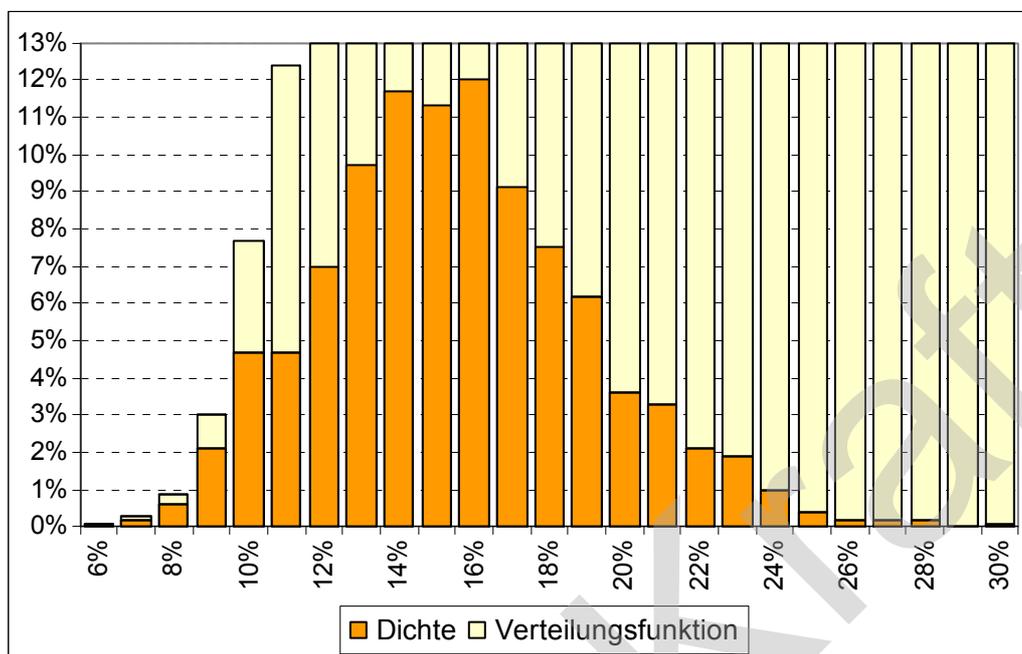
Extreme Szenarien: Nur Niedrigzinsszenarien. Wie bei deregulierten Kapitaltarifen spielt die Wertentwicklung von Aktien und Immobilien eine untergeordnete Rolle.

## Quantile für aufgeschobene Renten

	$A_0 = 1,15 \cdot P_0$	$A_0 = 1,319 \cdot P_0$
1%-Quantil, bzgl. $P_0$	-39,4 %	-24,1 %
5%-Quantil, bzgl. $P_0$	-17,8 %	0,1 %
1%-Verlust, bzgl. $A_0 - P_0$	362,7 %	175,5 %
5%-Verlust, bzgl. $A_0 - P_0$	218,7 %	99,7 %

## Ergebnisse der Risikobewertung für laufende Renten

Verteilung von  $A_1 - P_1 - \text{Risikoabschlag}$  für  $A_0 = 1,15 \cdot P_0$



Extreme Szenarien: Einerseits Niedrigzinsszenarien mit mäßigen bis sehr großen Verlusten auf Aktien. Andererseits auch Szenarien mit geringen Zinsanstiegen und sehr großen Verlusten auf Aktien. Unter den schlechtesten 25 Szenarien ist keines mit positiver Aktienrendite.

Quantile für laufende Renten

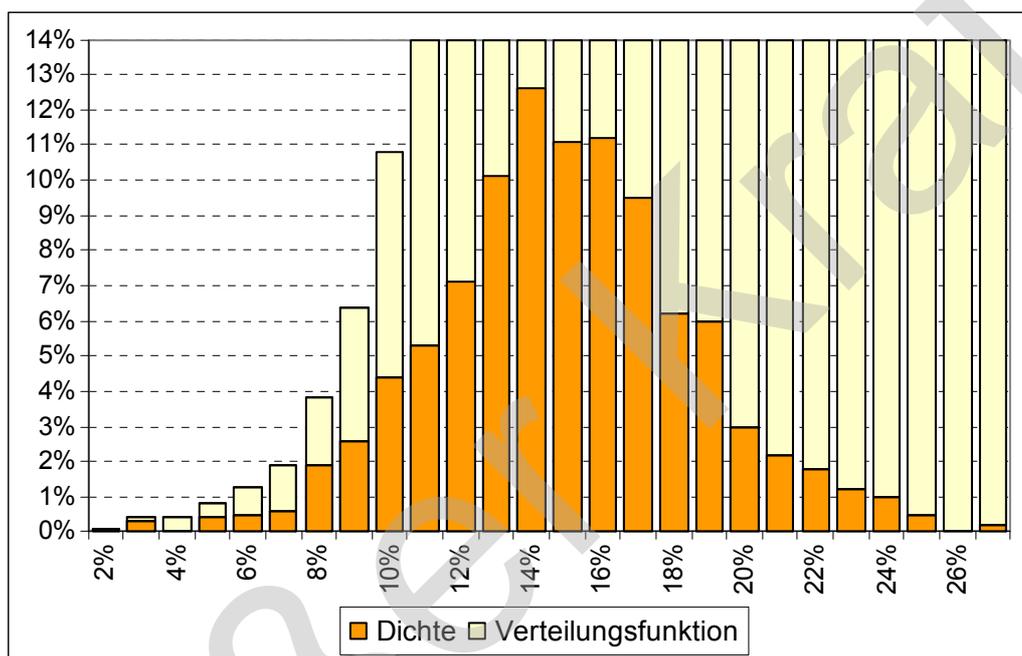
	$A_0 = 1,15 \cdot P_0$
1%-Quantil, bzgl. $P_0$	8,0 %
5%-Quantil, bzgl. $P_0$	9,4 %
1%-Verlust, bzgl. $A_0 - P_0$	46,7 %
5%-Verlust, bzgl. $A_0 - P_0$	37,3 %

## Ergebnisse der Risikobewertung für ein Musterunternehmen und Auswirkung der Zusammensetzung des Versicherungsbestandes

Wir betrachten den Bestand eines Musterunternehmens, der sich wie folgt zusammensetzt (angegeben ist der Anteil des Barwerts der Garantien der jeweiligen Versicherungsarten an  $P_0$ ):

- ◆ Kapitallebensversicherungen reguliert: 75%,
- ◆ Kapitallebensversicherungen dereguliert: 12%
- ◆ aufgeschobene Renten: 11%
- ◆ laufende Renten: 2%

Verteilung von  $A_1 - P_1 - \text{Risikoabschlag}$  für  $A_0 = 1,15 \cdot P_0$



Extreme Szenarien: Überwiegend Niedrigzinsszenarien mit unterschiedlichen Aktienrenditen (auch einige mit stark positiven Aktienrenditen). Ein Szenario mit fast unveränderten Zinsen und extrem negativer Aktienrendite. Unter den schlechtesten 20 Szenarien ist keines mit Zinsanstieg.

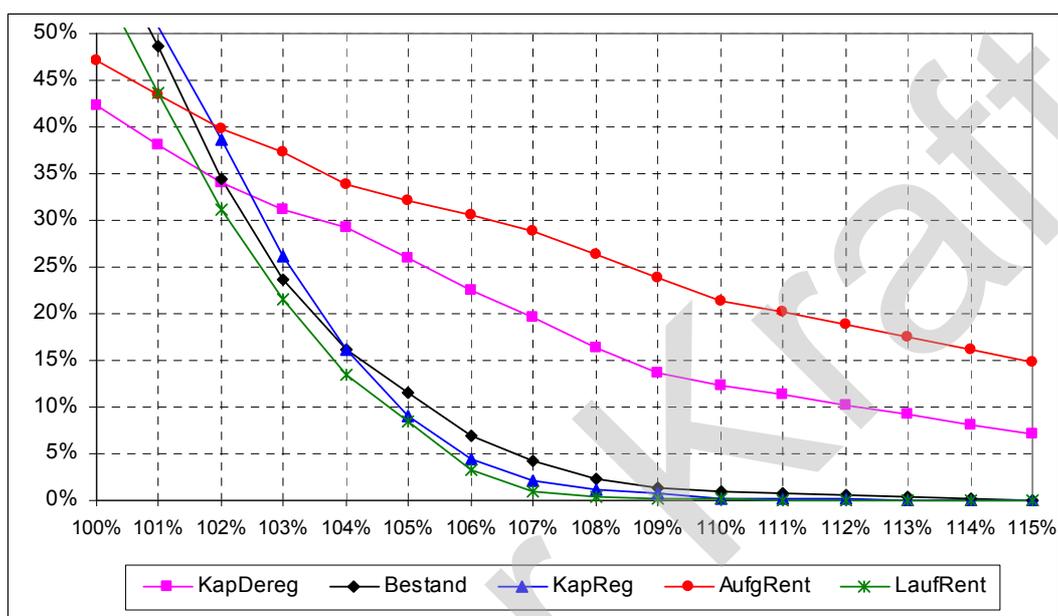
Quantile für den Bestand des Musterunternehmens

	$A_0 = 1,05 \cdot P_0$	$A_0 = 1,15 \cdot P_0$
1%-Quantil, bzgl. $P_0$	-5,2 %	5,5 %
5%-Quantil, bzgl. $P_0$	-1,7 %	8,4 %
1%-Verlust, bzgl. $A_0 - P_0$	204,0 %	63,3 %
5%-Verlust, bzgl. $A_0 - P_0$	134,0 %	44,0 %

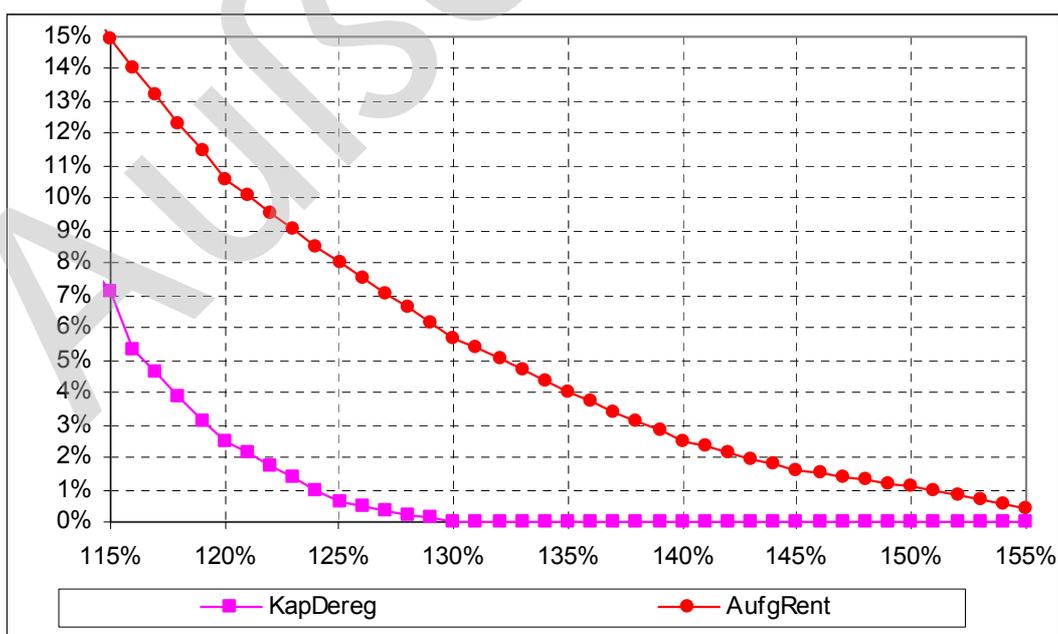
## Unterdeckungswahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der anfänglichen Überdeckung

Die folgende Graphik zeigt die Wahrscheinlichkeit einer ökonomischen Unterdeckung für den Gesamtbestand des Musterunternehmens und die Teilbestände in Abhängigkeit von  $A_0/P_0 = 1 + x$ . Die Unterdeckungswahrscheinlichkeiten bei  $A_0/P_0 = 100\%$  sind 61,3% für den Bestand, 64,3% für regulierte Kapitaltarife und 56,4% für laufende Renten.

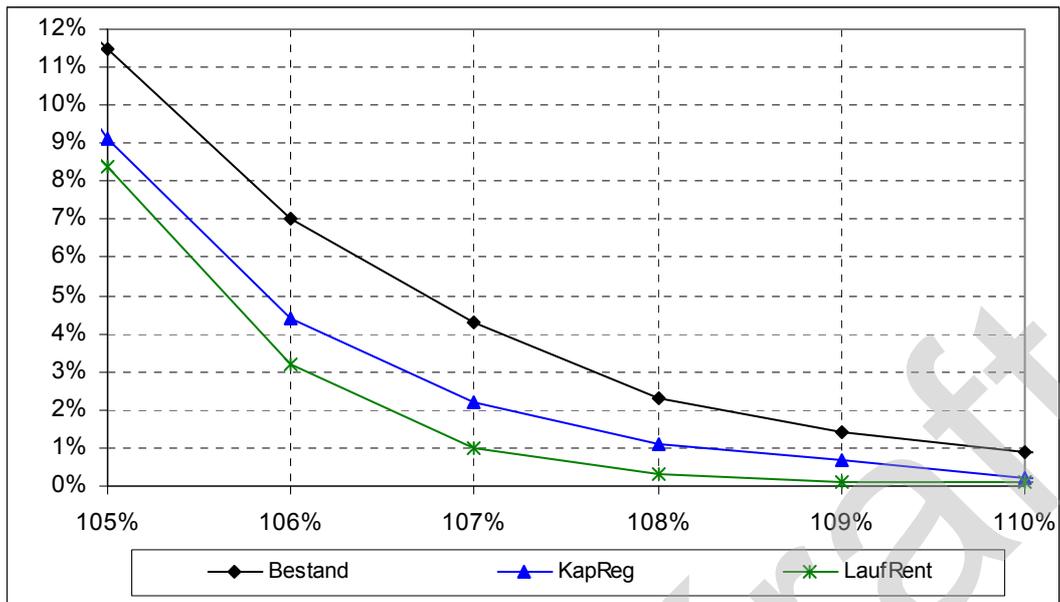
Unterdeckungswahrscheinlichkeiten für Bestand und alle Teilbestände



Unterdeckungswahrscheinlichkeiten für deregulierte Kapitaltarife und aufgeschobene Renten

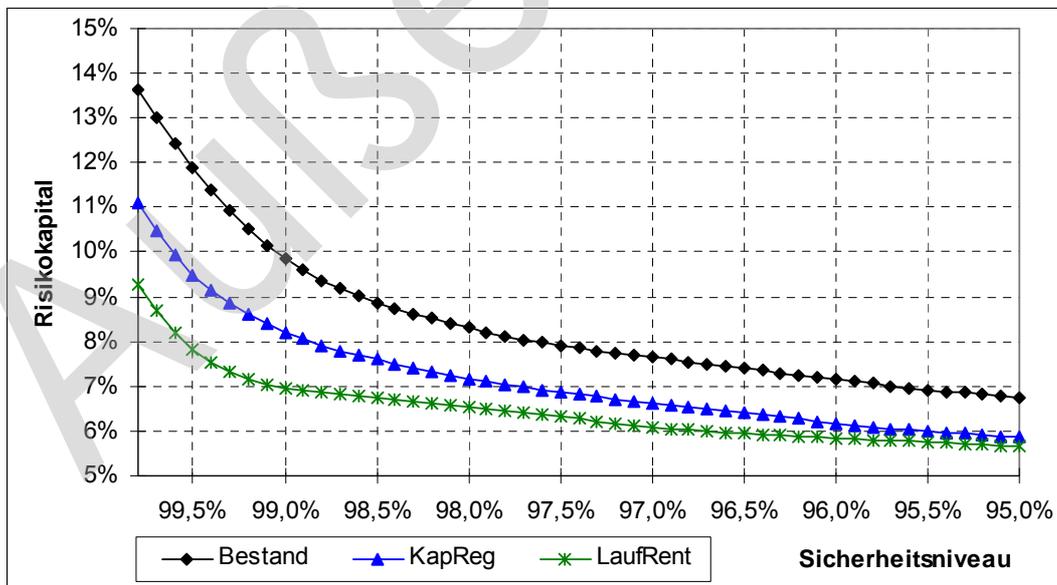


### Unterdeckungswahrscheinlichkeiten für Bestand, regulierte Kapitaltarife und laufende Renten



### Benötigtes Risikokapital in Abhängigkeit vom geforderten Sicherheitsniveau

Den obigen Zusammenhang zwischen anfänglicher Überdeckung und Unterdeckungswahrscheinlichkeit, kann man auch als Zusammenhang zwischen gefordertem Sicherheitsniveau ( $= 1 - \text{Unterdeckungswahrscheinlichkeit}$ ) und dem dazu benötigten Risikokapital  $x$  darstellen. In der folgenden Graphik ist dieser Zusammenhang für Bestand, regulierte Kapitaltarife und laufende Renten dargestellt (geglättete Daten).



### Abhängigkeit der Quantile von der Zusammensetzung des Bestandes

Neben dem Musterunternehmen werden Modellbestände für

- ◆ langsam wachsende (Langsam) und
- ◆ schnell wachsende (Schnell)

Lebensversicherungsunternehmen betrachtet. Dabei wird angenommen, daß die Anteile der regulierten Kapitaltarife (die Tarife mit garantierten Rückkaufswerten) an  $P_0$

- ◆ 90% (Langsam) und
- ◆ 50% (Schnell)

betragen (Musterunternehmen: 75%) und daß das Verhältnis der anderen Tarife konstant ist. Außerdem wird jeweils dieselbe Struktur der Aktiva unterstellt. Die folgende Tabelle zeigt Quantile und Verluste relativ zu  $P_0$  unter der Annahme, daß  $A_0 = 1,15 \cdot P_0$  gilt.

	Langsam	Muster-LVU	Schnell
1%-Quantil, bzgl. $P_0$	7,70%	5,50%	-3,30%
5%-Quantil, bzgl. $P_0$	9,50%	8,40%	3,40%
1%-Verlust, bzgl. $A_0 - P_0$	48,67%	63,33%	122,00%
5%-Verlust, bzgl. $A_0 - P_0$	36,67%	44,00%	77,33%