



Vertrauen ist gut, Aktuare sind besser

Lars Hoffmann und Céline Schwarz

Rehburg - Loccum
19. August 2011

Inhalt

- ▶ Wer und was sind wir?
- ▶ Warum gibt es uns?
- ▶ Warum Stochastik? Alles nur Zufall?
- ▶ Wo ist mein Geld?

Inhalt

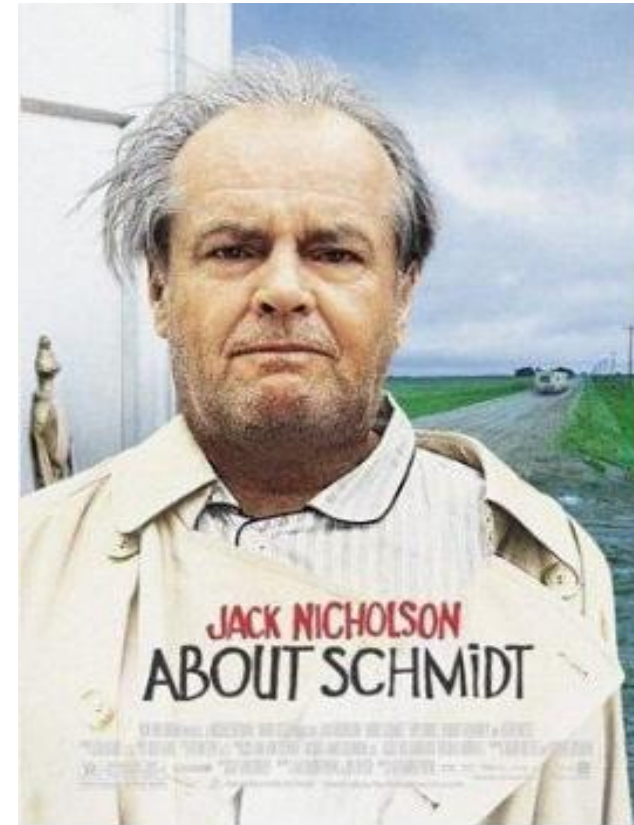
- ▶ **Wer und was sind wir?**
- ▶ Warum gibt es uns?
- ▶ Warum Stochastik? Alles nur Zufall?
- ▶ Wo ist mein Geld?

Wer und was sind wir?

Aktuare = Versicherungs- mathematiker



STROMBERG



Wer und was sind wir?

„Aktuare sind Menschen,

denen der Charme fehlte,

Buchhalter zu werden!“

Ernst & Young Aktuarielle Dienstleistungen

Globale Ausrichtung gepaart mit lokalem Wissen

Ernst & Young's Globale aktuarielle Dienstleistungen:

- ▶ Über 560 Beschäftigte
- ▶ Transaktionsberatung in über 70 Ländern
- ▶ In den Top3 der globalen aktuariellen Dienstleister



Unsere Europäischen aktuariellen Dienstleistungen - Wichtigste Büros

Land	UK	Holland	Frankreich	Deutschland	Schweiz	Spanien	Italien	Österreich	Andere
Aktuarielle Mitarbeiter	170	45	65	38	15	18	12	2	32

Aktuarielle Dienstleistungen im Überblick

Spartenübergreifendes aktuarielles Know-How

Umfassende Lösungen zu Fragestellungen zwischen Risiko, Kapital und Rendite

- ▶ Marktkonsistenter Embedded Value
- ▶ Wertorientierte Steuerung
- ▶ ALM, DFA
- ▶ Replicating Portfolio
- ▶ Kapitalmarktmodelle
- ▶ IFRS
- ▶ Ausbau bestehender Modelle zu internen Modellen
- ▶ Rückversicherungsoptimierung
- ▶ Unterstützung bei der Modellierung in Prophet oder Moses
- ▶ Reservierung
- ▶ Risikomanagement unter Solvency II

Strategische Unterstützung

- ▶ M&A, Unternehmensbewertung, Due Diligence
- ▶ Produktstrategie, Produktentwicklung, Tarifierung
- ▶ Unternehmensplanung, Controlling, interne Kontrollsysteme

Eine unabhängige Meinung

- ▶ Review von Embedded Values
- ▶ Reserveanalysen
- ▶ Externer verantwortlicher Aktuar
- ▶ Audit

Was machen wir denn jeden Tag?

- ▶ Wir arbeiten am Aufbau, der Weiterentwicklung und Prüfung von stochastischen Unternehmensmodellen für Versicherungen

- ▶ Wo werden solche Modelle angewendet?
 - ▶ Unternehmenssteuerung
 - ▶ Profitabilitätstest von neuen Versicherungsprodukten
 - ▶ Bewertung von Versicherungsbeständen

Inhalt

- ▶ Wer und was sind wir?
- ▶ **Warum gibt es uns?**
- ▶ Warum Stochastik? Alles nur Zufall?
- ▶ Wo ist mein Geld?

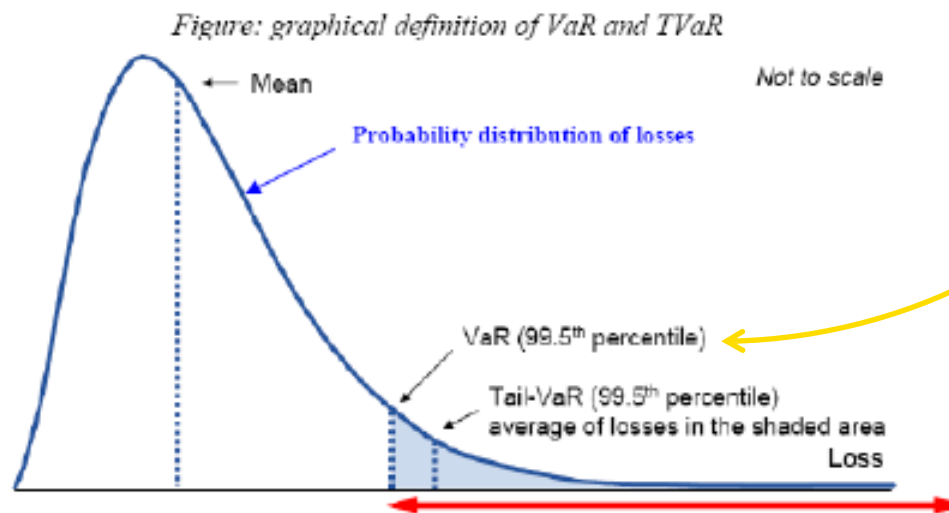
Solvency II

Berechnung der Solvenzanforderung

- **Artikel 101** der Solvency II RRL zur **Berechnung der Solvenzkapitalanforderung**:
„(Die Solvenzkapitalanforderung) entspricht dem **Value-at-Risk** der Basiseigenmittel eines Versicherungs- oder Rückversicherungsunternehmens zu einem Konfidenzniveau von **99,5% über den Zeitraum eines Jahres**.“

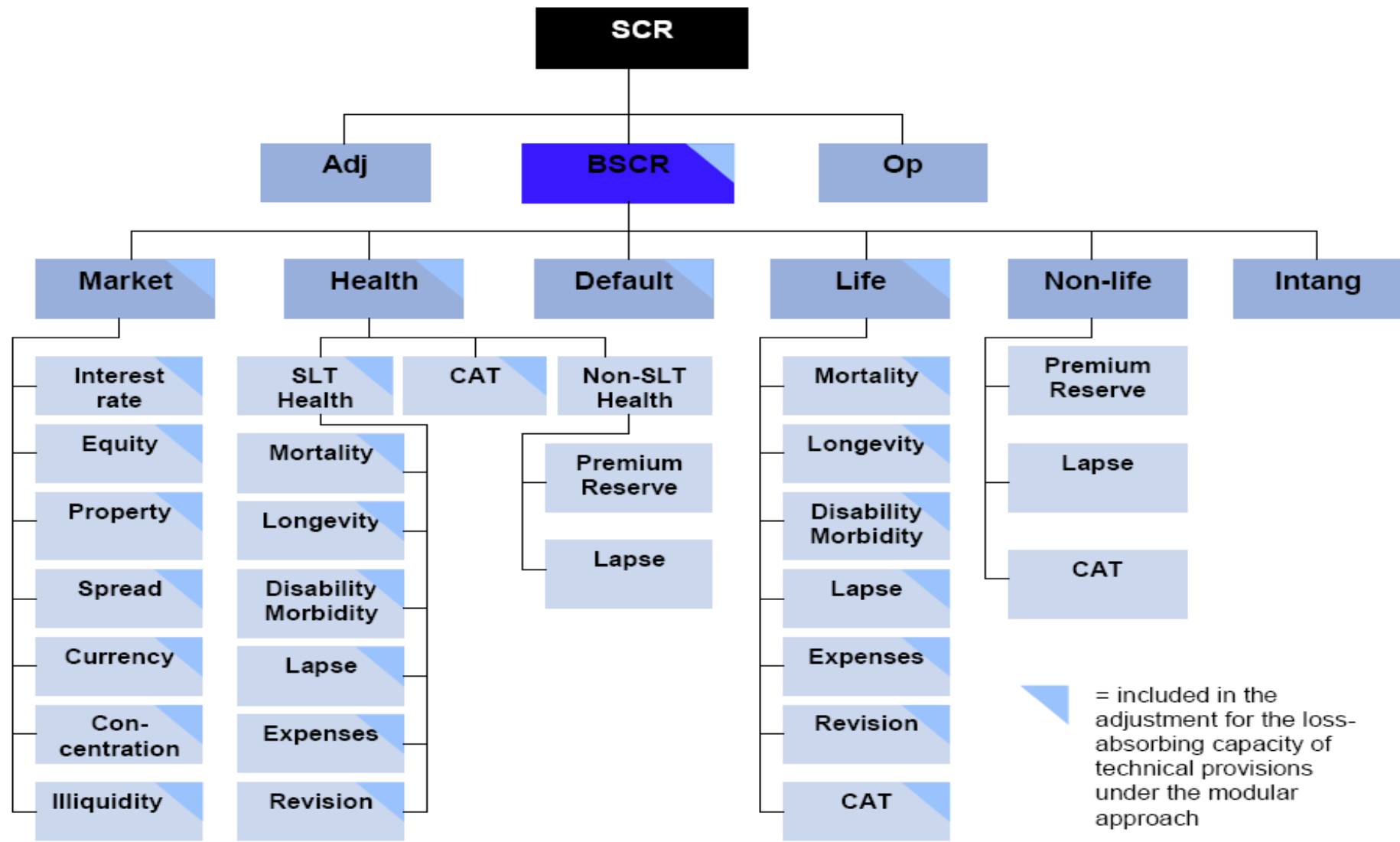
Quelle: PE-CONS 3643/6/09 REV 6: „Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates betreffend die Aufnahme und Ausübung der Versicherungs- und Rückversicherungstätigkeit (Solvabilität II)“, Straßburg, 25.11.2009.


The following graph represents how VaR and TVaR are derived from a probability distribution with a 99.5% confidence level, over one year.



Solvency II

Das Standardmodell (1)



 = included in the adjustment for the loss-absorbing capacity of technical provisions under the modular approach

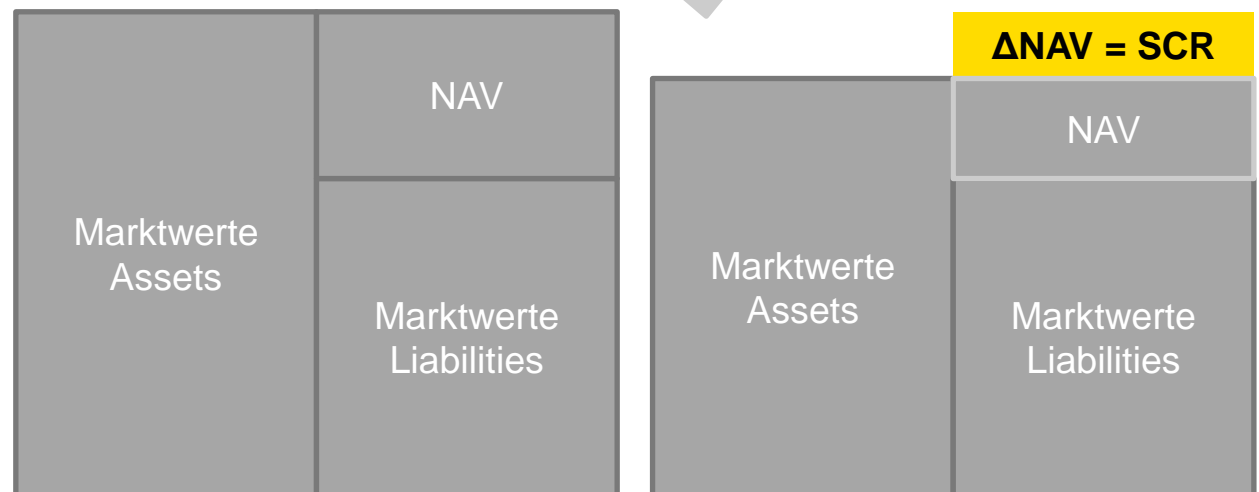
Solvency II

Das Standardmodell (2)

- ▶ Das Risikokapital für die einzelnen Teilrisiken eines Risikomoduls werden wie folgt bestimmt: Eigenmittel im Basisszenario *minus* Eigenmittel in einem entsprechenden Stressszenario
- ▶ Aggregiere alle Risiken mittels Korrelationsmatrizen

SCR	1	2	3	4	5	6
1	10,7%	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
2	0,50	45,0%	0,75	0,75	0,50	0,50
3	0,50	0,75	25,0%	0,50	0,50	0,50
4	0,50	0,75	0,50	12,3%	0,50	0,50
5	0,50	0,50	0,50	0,50	25,0%	0,50
6	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50

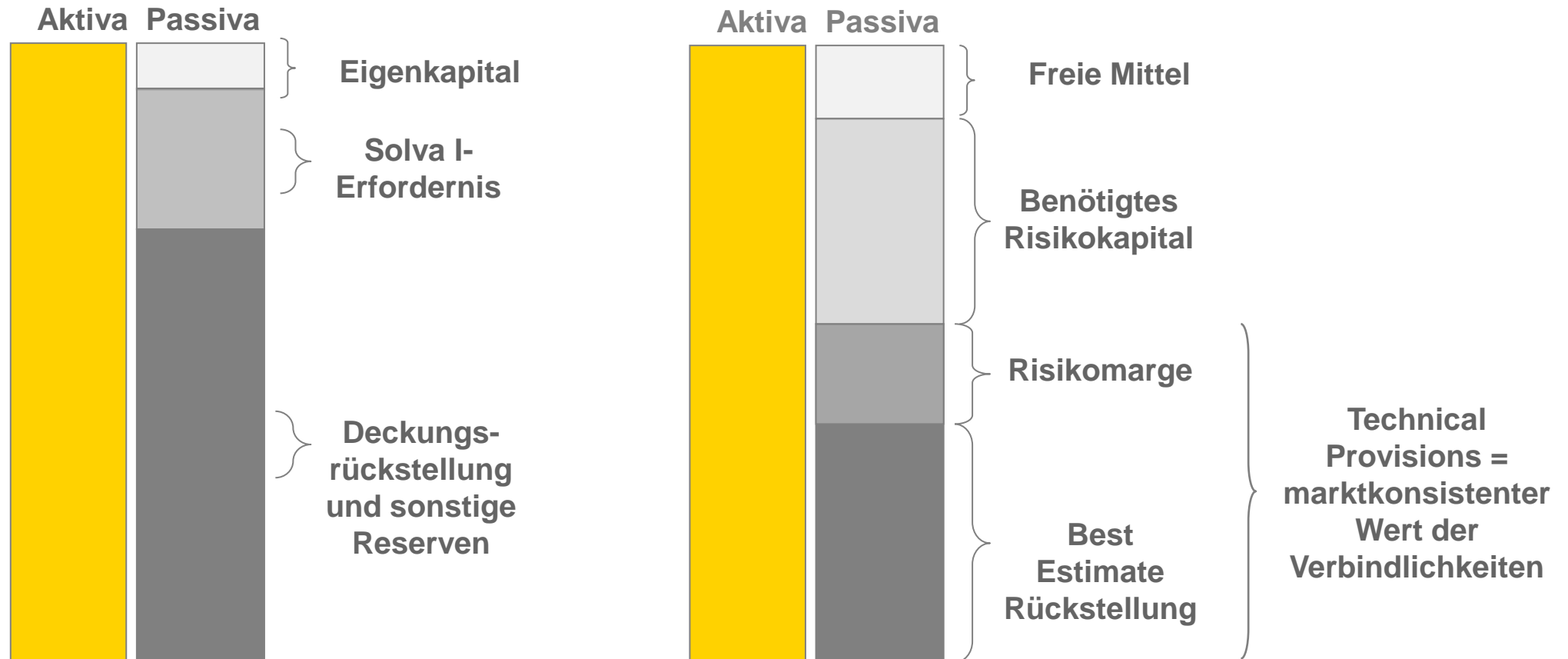
Schock (Zins/Aktien/Spread/...)



Unterschiede zwischen der HGB-Bilanz und einer Marktwertbilanz

HGB

Marktwertbilanz



Marktwertberechnung durch Simulationen

- ▶ 1000+ Simulationen
 - ▶ Simulation x:

<u>Jahr 2010</u>	<u>Jahr 2011</u>
Cashflow 10	Cashflow 11
- Beiträge	...
+ Leistungen	...
+ Kosten	...
+
<u>Saldo 10</u>	<u>Saldo 11</u>
<u>Bilanzgewinn 10</u>	<u>Bilanzgewinn 11</u>

Barwert der Cashflows (CF)
und Bilanzgewinne (Gew)
aus der Simulation x

marktkonsistent diskontieren

$$EWR = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n BW(CF(i)) ; \text{ Marktwert Verbindlichkeiten}$$

$$PVFP = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n BW(Gew(i)) ; \text{ Barwert Bilanzgewinne}$$

Was bedeutet Marktkonsistenz?

▶ Marktkonsistenz

Ein Modell heißt marktkonsistent, wenn sich die Preise am Markt gehandelter Finanzinstrumente mit ihm korrekt ermitteln lassen

▶ Basiskonzepte

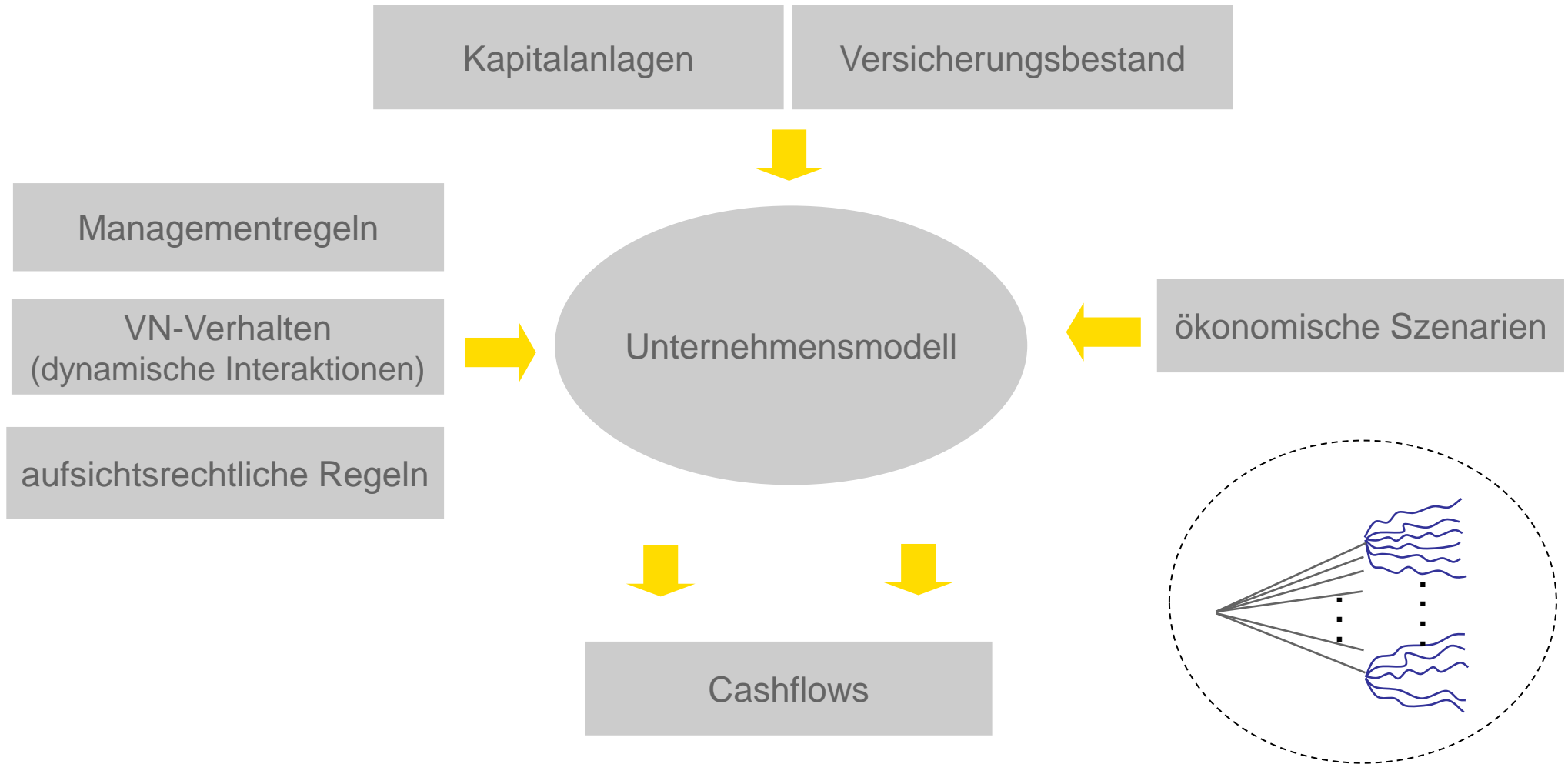
▶ Arbitrage-Freiheit

Mehr Ertrag nur durch mehr Risiko („no free lunch“) – wichtigste Voraussetzung für unser Modell

▶ Replikation

Wenn Arbitrage-Freiheit vorliegt, kann Replikation zum Pricing angewendet werden
Idee: Zwei Assets, deren Zahlungsströme übereinstimmen, müssen den gleichen Wert haben

Ökonomische Bewertung der Passiva Lebensversicherungen



Inhalt

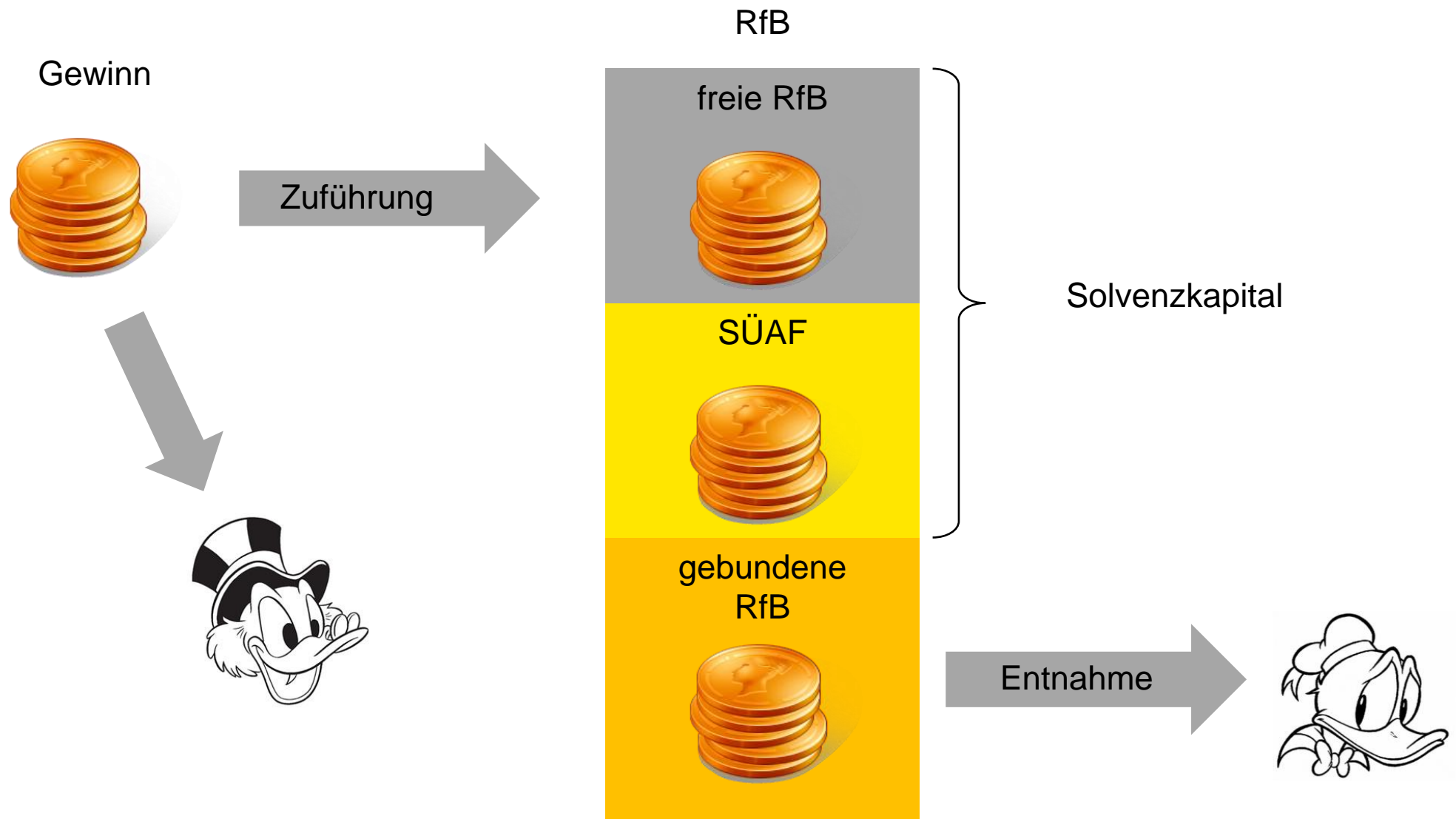
- ▶ Wer und was sind wir?
- ▶ Warum gibt es uns?
- ▶ **Warum Stochastik? Alles nur Zufall?**
- ▶ Wo ist mein Geld?

Warum stochastische Simulationen?

- ▶ Merkmale des „gewöhnlichen“ Geschäftes eines Versicherungsunternehmens:
 - ▶ Mindestzuführungsverordnung
 - ▶ Beteiligung an den Bewertungsreserven
 - ▶ Glättung der Überschüsse durch aktiv- und passivseitige Puffer
 - ▶ Freiheiten des Versicherungsunternehmens beim Timing der Überschussbeteiligung
 - ▶ Zahlreiche Optionen und Garantien (Mindestverzinsung, Kapitalwahlrecht, Storno usw.)
 - ▶ Versicherungsnehmer verhalten sich nicht unbedingt finanzrational
- ▶ Eine Lebensversicherung ist ein sehr komplex strukturiertes Produkt, das in der Regel nicht durch am Kapitalmarkt gehandelte Produkte repliziert werden kann

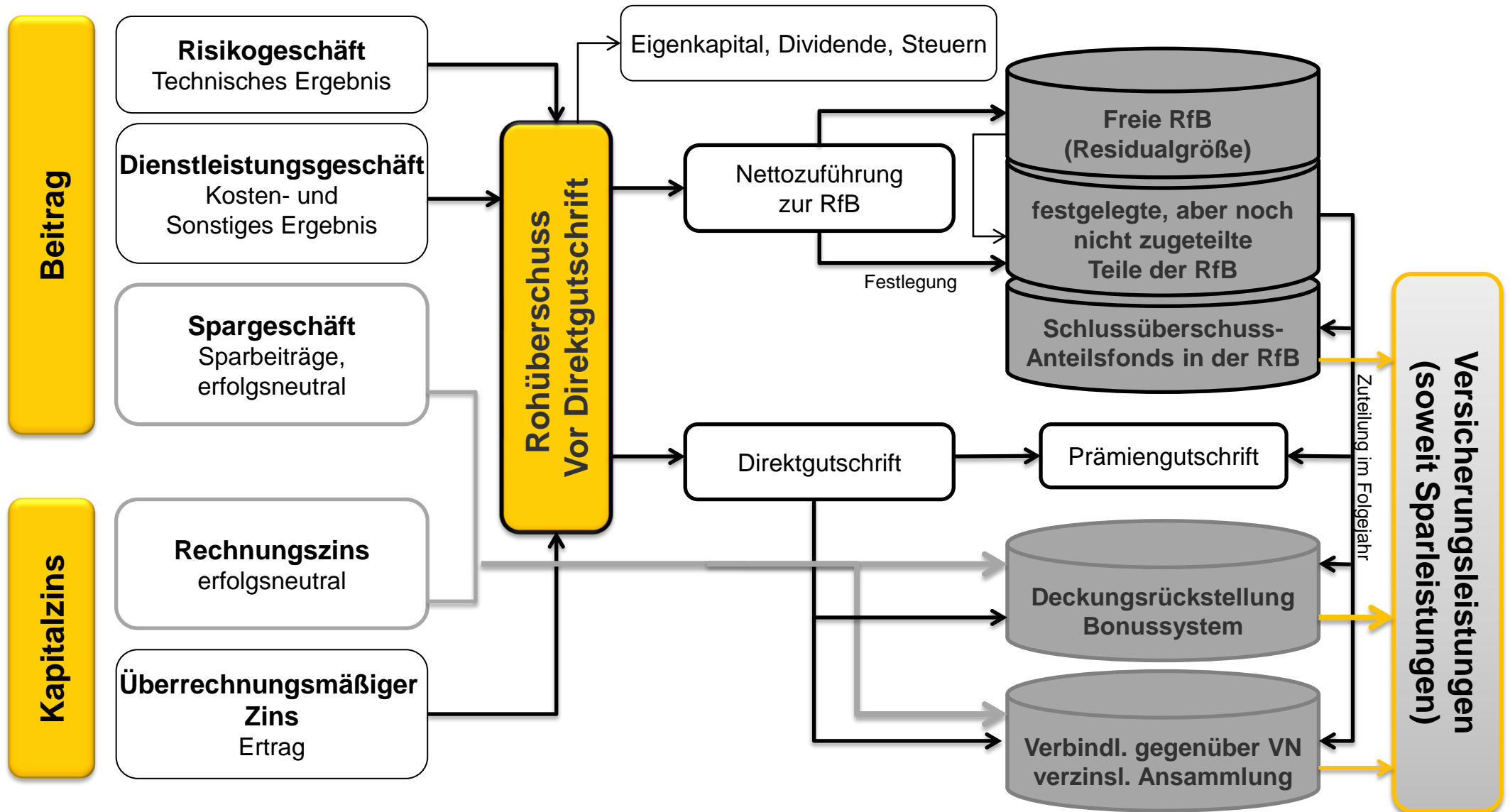
Lebensversicherungsmodelle

Gewinnbeteiligung: RfB



Lebensversicherungsmodelle

Überschussbeteiligung – HGB- Rechnungslegung



Lebensversicherungsmodelle

Gewinnbeteiligung: Mindestzuführungsverordnung

- ▶ Der Gewinn wird aufgeteilt in
 - ▶ Anlageergebnis, d.h.
Kapitalerträge – Garantiezins
 - ▶ Risikoergebnis
 - ▶ Sonstiges Ergebnis

- ▶ Die Versicherungsnehmer erhalten
 - ▶ 90% des Anlageergebnisses, d.h.
 $\text{MAX}(0,9 \times (\text{Kapitalerträge} - \text{Garantiezins}), 0)$
 - ▶ 75% des Risikoergebnisses
 - ▶ 50% des sonstigen Ergebnisses

Lebensversicherungsmodelle

Gewinnbeteiligung: Stille Reserven

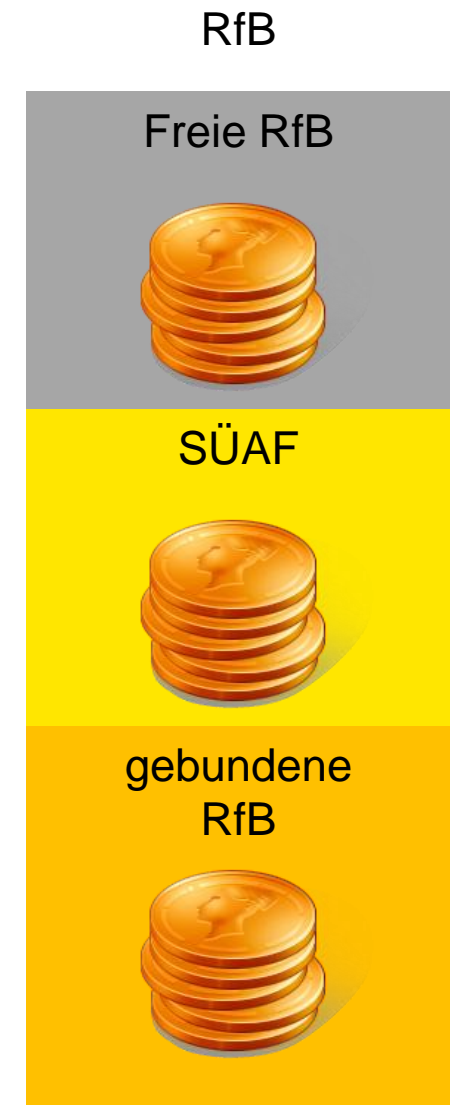
- ▶ Seit 2007 hat der Versicherungsnehmer bei Vertragsende, z.B. hervorgerufen durch
 - ▶ Ablauf,
 - ▶ Tod, oder
 - ▶ Rückkaufein Anrecht auf Beteiligung an den derzeitigen stillen Reserven des Unternehmens.
- ▶ Je länger die Vertragslaufzeit und je höher die Reserven, desto größer der Anteil.



Lebensversicherungsmodelle

Management Regeln: Bonus und freie RfB

- ▶ Kosten- und Risikoüberschuss i.d.R. fix:
Mindesthöhe der gebundenen RfB
- ▶ Anpassung des laufenden Zinsüberschusses und des Schlussüberschusses ist abhängig vom Niveau der
 - ▶ Freien RfB
 - ▶ Solvency-I-Quote
- ▶ Freie RfB ist Teil der Solvenzmittel: in einigen Modellen deshalb Auflösung stiller Reserven zur Erhöhung der freien RfB



Lebensversicherungsmodelle

Krisenmanagement: Ausnahmen



- ▶ Falls das Anlageergebnis aus „unvorhersehbaren Gründen“ negativ sein sollte, so kann die „Zuführung“ reduziert werden.
- ▶ Ist der Gewinn negativ, so kann ein Teil aus der RfB finanziert werden.
- ▶ Im Falle einer „Krise“ kann der Schlussüberschuss bis auf Null gesenkt werden
- ▶ Im Falle einer „Krise“ ist ein Aussetzen der Beteiligung an den Stillen Reserven möglich

Lebensversicherungsmodelle

Zusammenfassung

- ▶ Regulatorische Anforderungen führen zu einer engen Verbindung zwischen Aktiva und Passiva
- ▶ Somit ist ein detailliertes Modell der Aktivseite ebenfalls notwendig
- ▶ Brennende Themen sind derzeit:
 - ▶ Derivate wie Swaptions oder Callables
 - ▶ Kreditrisikomodellierung in stochastischen Modellen

Inhalt

- ▶ Wer und was sind wir?
- ▶ Warum gibt es uns?
- ▶ Warum Stochastik? Alles nur Zufall?
- ▶ **Wo ist mein Geld?**

Modellierung von Ausfallrisiko

Risikofreie Zinskurve: Ausgangsdaten

SCR.5.67. Spread risk results from the sensitivity of the value of assets, liabilities and financial instruments to changes in the level or in the volatility of credit spreads over the risk-free interest rate term structure.

Staatsanleihen-Zinskurve

- ▶ Die risikofreien Zinssätze werden von den am Markt beobachteten Preisen der Staatsanleihen abgeleitet.

Swap-Rate-Zinskurve

- ▶ Die risikofreien Zinssätze werden von den am Markt beobachteten Swap-Fix-Sätzen abgeleitet.

- ▶ Für die Bewertung von Versicherungsverträgen muss die Zinsstrukturkurve sehr lang sein: Extrapolationsverfahren sind sehr wichtig.

Modellierung von Ausfallrisiko

Risikofreie Zinskurve: Anforderungen

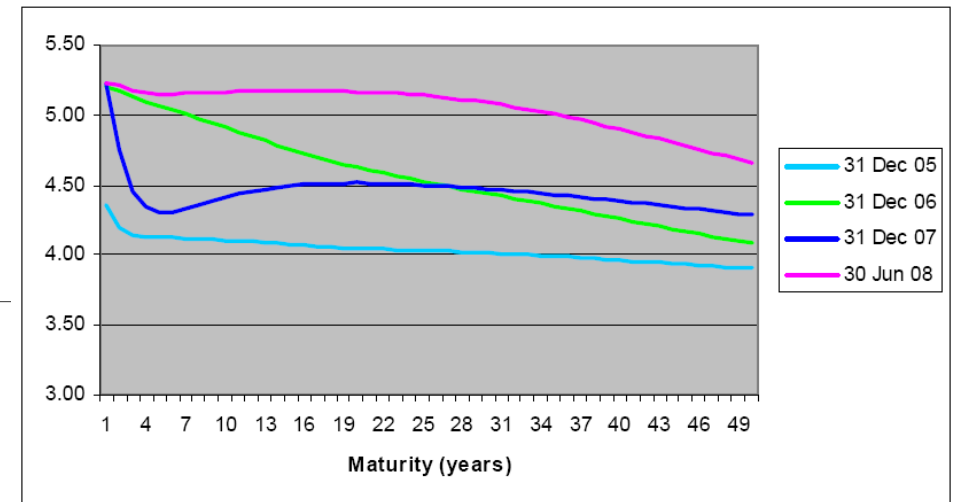
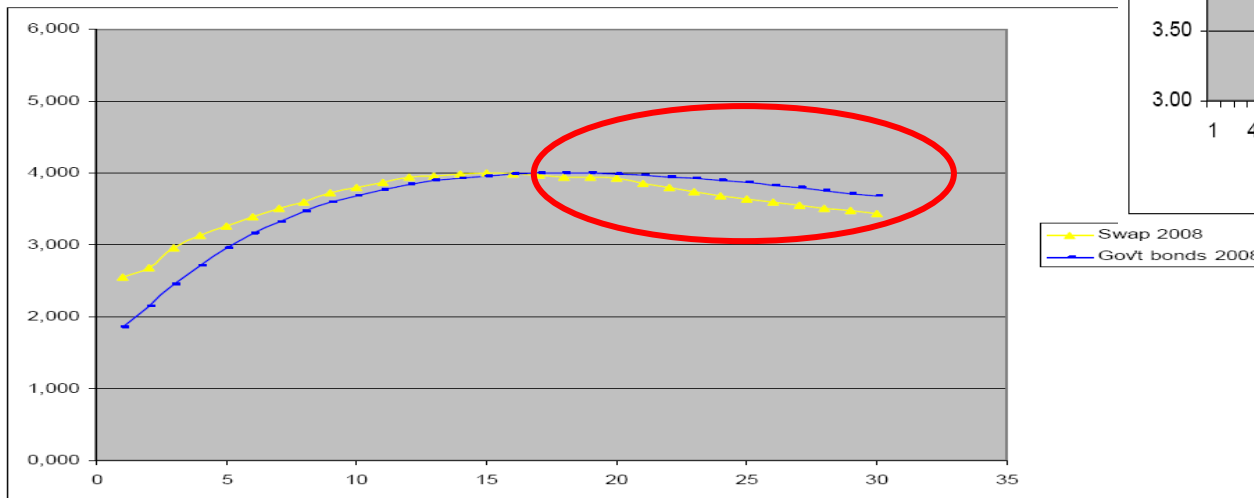
Entsprechend des CEIOPS-Vorschlages sollte eine Zinsstrukturkurve folgende Kriterien erfüllen:

- ▶ Frei von Kreditrisiko
- ▶ Hohe Liquidität
- ▶ Keine technischen Verwerfungen
- ▶ Verfügbarkeit für alle relevanten Währungen
- ▶ Standardisierung
- ▶ Realisierbarkeit am Markt
- ▶ Robustheit

Modellierung von Ausfallrisiko

Risikofreie Zinskurve: Probleme

- ▶ Die Zinskurve für UK-Staatsanleihen wurde bis vor Kurzem am langen Ende durch ein Ungleichgewicht von Angebot und Nachfrage verzerrt.



- ▶ Ebenso liegt die Swap-Zinskurve am langen Ende unterhalb der Kurve für AAA-Staatsanleihen.

Modellierung von Ausfallrisiko

Bei allen theoretischen Überlegungen...

...bleiben aber noch viele Fragen offen:

- ▶ Ab wann ist ein Markt nicht mehr tief oder liquide genug?
- ▶ Wann liegen Marktverwerfungen vor?
- ▶ Wer legt die Kriterien dafür fest?

Modellierung von Ausfallrisiko

Risikofreie Zinskurve: Extrapolation

- ▶ Für die Bewertung von Versicherungsverträgen muss die Zinsstrukturkurve sehr lang sein.
- ▶ Sowohl für Swap-Rates als auch für AAA-Staatsanleihen ist der Markt nur bis zu einer gewissen Laufzeit tief, verlässlich und liquide.
- ▶ Die EZB veröffentlicht ihre Zinskurve für Laufzeiten bis zu 30 Jahren; zeitweise ist aber nur für wesentlich kürzere Laufzeiten ein Markt vorhanden.

Modellierung von Ausfallrisiko

Risikofreie Zinskurve: Extrapolationsverfahren

- ▶ CEIOPS will für einzelne Währungen eine „Best Practice“-Methode zur Extrapolation der Zinskurve festlegen
- ▶ Es lassen sich vier grundsätzliche Vorgehensweisen unterscheiden:
 - ▶ Einfache Verfahren
 - ▶ Makroökonomische Verfahren
 - ▶ Parametrische Verfahren
 - ▶ Constant/Variable-Spread-Verfahren (für Nicht-Euro-Währungen)

Modellierung von Ausfallrisiko

Nominalwertanpassung

- ▶ Bis vor kurzem wurde für die Kreditrisikomodellierung folgende Standardmethode verwendet:
 - ▶ Keine Unterscheidung zwischen Corporate Bonds und risikofreie Bonds während der Hochrechnung
 - ▶ Sklarierung der Cashflows, sodass der Erwartungswert der diskontierten Cashflows (d.h. der Marktwert zu Beginn des Projektionsrechnung) mit dem derzeitigen Marktwert übereinstimmt.
- ▶ Beispiel: 2y Corporate Bond, Coupon 7, Nominalwert 100, Marktwert 97
 - ▶ Eine konstante Zinsstrukturkurve von 3% liefert zunächst einen Marktwert von 107,65
 - ▶ Skalierung des Bonds um Faktor 0,901
 - ▶ Interpretation: Ausfall nur zu Beginn und 10% des Bonds sind ausgefallen

Modellierung von Ausfallrisiko

Discounted-Cashflow-Method (1)

- ▶ Etwas anspruchsvoller: Verwende bei der Marktwertberechnung des Corporate Bond einen zusätzlichen (deterministische) Spread (kann sich von Bond zu Bond unterscheiden)
- ▶ Deterministischer Ausfall eines Teils des Bonds nicht nur zu Beginn sondern in jedem Jahr der Projektion
- ▶ Die deterministische Ausfallrate erhält man als Lösung der folgenden Gleichung:

$$[\text{CF}(t) + \text{MW}(t)] * (1 - \text{Ausfall}) / \text{MW}(t-1) - 1 = \text{risk_free}(t-1, t)$$

Modellierung von Ausfallrisiko

Discounted-Cashflow-Method (2)

- ▶ Zurück zu unserem Beispiel:

2y Corporate Bond, Coupon 7, Nominalwert 100, Marktwert 97, konstante Zinsstrukturkurve von 3%

- ▶ Ein fester Spread von 5,7% ergibt einen Marktwert von 97
- ▶ Die zugehörige Ausfallrate für das erste Jahr von 5,24% erhält man aus $(7 + 98,43) * (1 - \text{Ausfall}) / 97 = 1,03$
- ▶ $107 * (1 - \text{Ausfall}) / 98,43 = 1,03$ liefert weitere 5,24% Ausfall im zweiten Jahr
- ▶ Diese Methode lässt sich erweitern, um zum Beispiel Recovery-Zahlungen, monatl. Kuponzahlungen oder ähnliches mit einzubeziehen

Modellierung von Ausfallrisiko

Structural Models

- ▶ Einfachste Version ist das Merton-Modell:
 - ▶ Liabilities L entsprechen ZCB mit Nominal K und Laufzeit T
 - ▶ Assets V werden wie eine Aktie im Black-Scholes Modell modelliert, d.h. V folgt einer geometrischen Brownschen Bewegung
 - ▶ Bilanzgleichung: $V = E + L$
 - ▶ Zum Ablaufzeitpunkt T liefert letzteres:

$$L_T = \min(K, V) = K - \max(0, K - V)$$

- ▶ Der risikobehaftete ZCB lässt sich also durch ein Portfolio aus risikofreiem Bond und einer Short-Position in einem Put replizieren (und somit auch pricen).

Modellierung von Ausfallrisiko

Komponenten-Methoden (1)

- ▶ Modifizierte Merton-Methode
 - ▶ Eigentlich: Repliziere Corporate Bond durch einen risikofreiem Bond und einer Short-Position in einem Put.
 - ▶ Stattdessen: Generiere einen stochastischen Total-Return-Index, der so kalibriert wird, dass er sich verhält wie obiges Portfolio
 - ▶ Erlaubt den Kauf von „Corporate Bonds“ während der Projektion
 - ▶ Problem: Kalibrierung und Qualitätsmessung der Approximation

Modellierung von Ausfallrisiko

Komponenten-Methoden (2)

- ▶ Zwei-Komponenten-Methode:
 - ▶ Repliziere Corporate Bond durch ein Portfolio bestehend aus einem risikofreiem Bond und einer Aktie.
 - ▶ Kauf von „Corporate Bonds“ während der Projektion zwar möglich, jedoch wie sieht das replizierende Portfolio in jedem Knotenpunkt aus?
 - ▶ Cashflow zum Ablaufzeitpunkt kann größer sein als der Rückzahlungsbetrag des ursprünglichen Bonds
- ▶ Drei-Komponenten-Methode:
 - ▶ Zwei-Komponenten-Methode plus Short-Position in Call
 - ▶ Cashflow zum Ablaufzeitpunkt auf Rückzahlungsbetrag des ursprünglichen Bonds beschränkt
 - ▶ Nur bei Run-Off des Corporate-Bond-Portfolios geeignet

Modellierung von Ausfallrisiko

Komponenten-Methoden: Nachteile

- ▶ Um eine Neuanlage in Corporate Bonds zu gewährleisten, erfordern diese Methoden die Bewertung von Derivaten in jedem Knotenpunkt der Simulation
- ▶ Derzeit nicht möglich mit den meisten ESGs
- ▶ Modelle sind nur schwer zu kalibrieren
- ▶ Ratingklassen und Übergänge zwischen den Ratings werden nicht erfasst
- ▶ Theoretischer Nachteil: Ausfall ist vorhersehbar

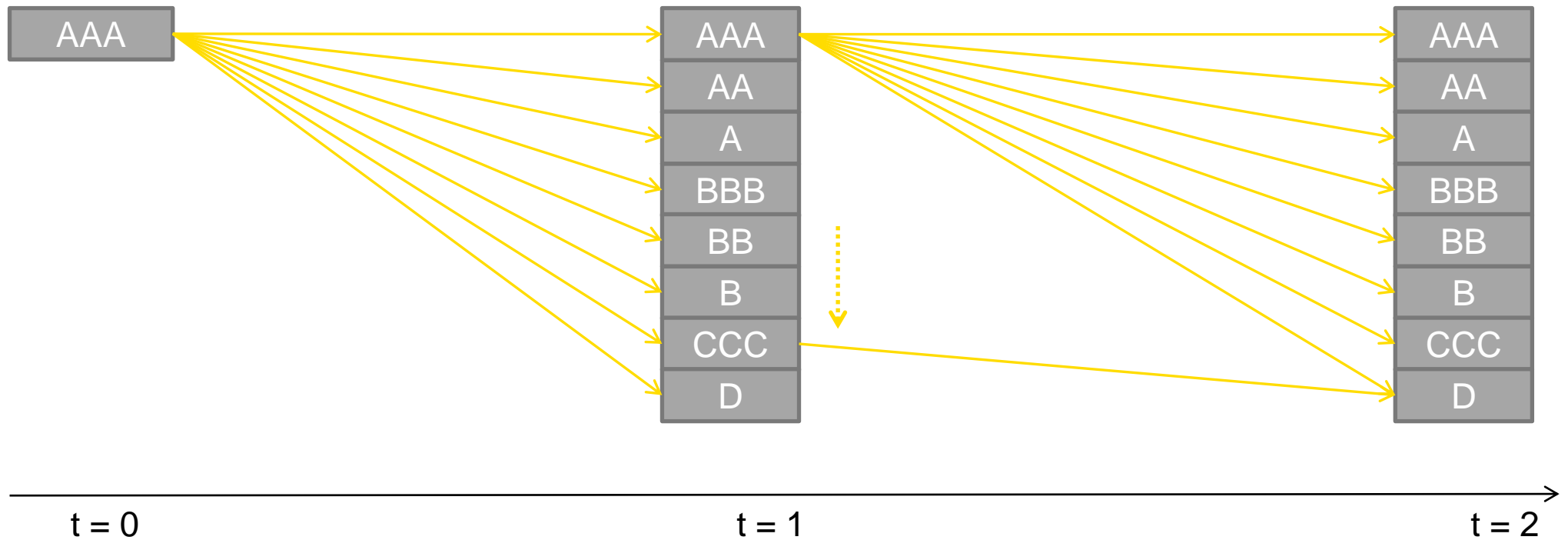
Modellierung von Ausfallrisiko

Das Jarrow-Lando-Turnbull-Modell: Motivation

- ▶ Grundidee: Modelliere Übergang des Bonds zwischen den Ratings bzw. zum Ausfall mit Hilfe eines Markov Prozess
- ▶ Dies liefert Spreads für jede Ratingklasse und die zugehörigen Ausfälle
- ▶ Marktwert- und damit auch Buchwertveränderung kann besser modelliert werden
- ▶ Bestandteile:
 - ▶ Stochastisches Zinsratenmodell für Spot-Rates , um Preise für risikofreie Bonds zu bestimmen
 - ▶ Übergangsmatrix
 - ▶ Annahme für Zahlungen bei Ausfall

Modellierung von Ausfallrisiko

Das Jarrow-Lando-Turnbull-Model: Anwendung



Modellierung von Ausfallrisiko

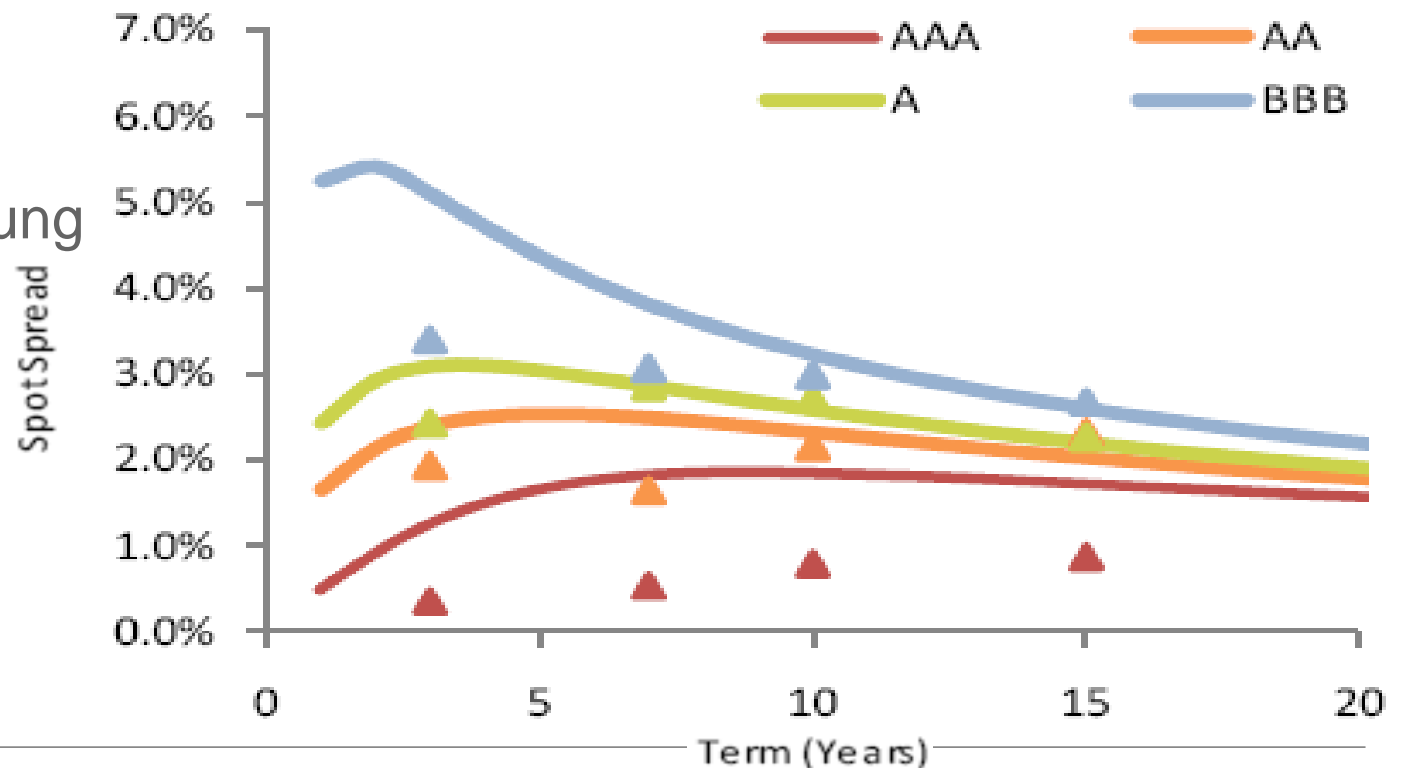
Das Jarrow-Lando-Turnbull-Modell: Anwendung

- ▶ Übliches Vorgehen: Ein einzelner Bond wird in Wirklichkeit als ein Portfolio von Bonds betrachtet
- ▶ Portfolio migriert zwischen den Ratingklassen gemäß der Übergangsmatrix
- ▶ Wie sieht es mit Projektionen einzelner Titel aus?

Modellierung von Ausfallrisiko

Das Jarrow-Lando-Turnbull-Modell: Nachteile

- ▶ Klassisches JLT: Spreads (und damit Ausfälle) sind deterministisch
- ▶ Erweiterung: Stochastisches Modell für Risikoprämie; Ermöglicht Berücksichtigung von Korrelationen (z.B.. Mit Entwicklung des Aktienindex)
- ▶ In der Praxis:
Erschwerte Kalibrierung





Wir freuen uns auf Ihre Bewerbungen!

Lars Michael Hoffmann

Phone: +49 221 2779 25115
lars.m.hoffmann@de.ey.com

Céline Schwarz

Phone: +49 221 2779 24069
celine.schwarz@de.ey.com