



---

Simulierter Verlauf eines Rentenversicherungsvertrages und seiner Investitions-Komponenten Deckungskapital (rot), Wertsicherungsfonds (blau) und Aktienfonds (grün). Mit einer großen Zahl solcher Versicherungsverläufe lassen sich Rentenversicherungsverträge in Chance-Risiko-Klassen einteilen.

---

# FINANZMATHEMATIK

## ▪ CHANCE-RISIKO-BEWERTUNG

Modellierung und Simulation von Finanzprodukten sowie Einstufung in Chance-Risiko-Klassen

## ▪ RISIKOMANGAGEMENT

Entwicklung von Softwarekomponenten für das Risikomanagement von Banken, Versicherungen und Energieunternehmen

## ▪ AUFFÄLLIGKEITSDETEKTION UND SCHADENSHOCHRECHNUNG

Datenbasierte Detektion von Auffälligkeiten (z. B. zur Betrugsdetektion) und Berechnung des Garantieschadens bei Abrechnungsbetrug

## ▪ MARKTMODELLIERUNG

Modellierung der Preisdynamik an Finanz- und Rohstoffmärkten

## ▪ VERSICHERUNGSMATHEMATIK

Simulation und Optimierung von Asset-Liability-Managementstrategien





Die Abteilung Finanzmathematik liefert moderne Lösungen zu Problemstellungen, die sich bei der Entwicklung, Analyse und numerischen Umsetzung mathematischer Modelle für den Finanz- und Versicherungsbereich ergeben. Wir stützen uns auf neueste Ergebnisse der finanzmathematischen und statistischen Forschung, um Konzepte, Algorithmen, Modelle und Softwarelösungen für die Finanz- und Versicherungsindustrie ganzheitlich zu entwickeln.

Die in den letzten Jahren begonnene strategische Orientierung in den Bereich Altersvorsorge hat sich ausgezahlt und die Abteilung konnte die Ausschreibung des Bundesministeriums der Finanzen für die Chance-Risikoklassifizierung von geförderten Altersvorsorgeprodukten gewinnen. Hierzu ist die selbständige »Produktinformationsstelle Altersvorsorge gGmbH« (PIA) gegründet worden. Die PIA wird die Altersvorsorgeprodukte in Chancen-Risiko-Klassen einordnen. Die Einordnung soll auf Basis von Wahrscheinlichkeitsrechnungen produkt- und tarifspezifisch vorgenommen werden. Dafür entwickelte die Abteilung Finanzmathematik ein Simulationskonzept und wird die mathematischen Simulationen für die PIA durchführen. Um sich verstärkt auf den wissenschaftlichen Beitrag für die Abteilung konzentrieren zu können, legte Prof. Dr. Ralf Korn die Abteilungsleitung 2015 nieder. Die Abteilung wird seit Dezember 2015 von Dr. Andreas Wagner geführt, womit sich auch eine weitere strategische Stoßrichtung ergibt. So sollen zukünftig energiewirtschaftliche Fragestellungen wie die Modellierung von Rohstoffpreisen (z. B. Strom und Gas), die Bewertung komplexer Speicherprodukte (z. B. Pumpspeicherkraftwerke) sowie generell Lösungen für das Risikomanagement von Energieversorgern zum Portfolio der Abteilung gehören.

Die Abteilung kann auf ein erfolgreiches Jahr zurückblicken. Ergebnisse aus dem WISA-Projekt mit Fraunhofer SCAI »Stochastische Modellierung und numerische Simulation für das Risikomanagement von Versicherungsunternehmen« konnten bereits in der Chance-Risiko-Klassifizierung verwendet werden. Im Bereich Auffälligkeitsdetektion wurden Vorstudien durchgeführt, die größere Folgeprojekte im kommenden Jahr erwarten lassen. Im Umfeld dieser Thematik liegt auch ein von der Abteilung erstelltes Gutachten für den GKV Spitzenverband zur Berechnung des sogenannten »Garantieschadens«. Die dort dargestellten Methoden werden in der strafrechtlichen Verfolgung von Abrechnungsbetrug im Gesundheitswesen eingesetzt. Wir erwarten auch zukünftig weitere Projekte in diesem Umfeld.

Die Abteilung blickt positiv in das Jahr 2016. Die Simulationen für die PIA werden durchgeführt und größere Projekte in der Auffälligkeitsdetektion sowie im Bereich der Energiewirtschaft erwartet. Aus diesen Gründen ist die Abteilung im kommenden Jahr auch personell wieder auf Wachstumskurs.

# ALMSim

Asset Liability Management Simulation



Version 3.0

© 2014 Fraunhofer ITWM, Fraunhofer SCAI  
All rights reserved

1

## ASSET-LIABILITY-MANAGEMENT-SOFTWARE ALMSim

Seit Januar 2014 arbeitet die Abteilung Finanzmathematik in einer wirtschaftsorientierten strategischen Allianz (WISA) mit der Abteilung Computational Finance des Fraunhofer SCAI zusammen. Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines modernen Asset-Liability-Management-Tools (**ALMSim**). Beim Asset-Liability-Management (ALM) in Versicherungen werden die Anlagestruktur (Assets) einerseits und die Verpflichtungen (Liabilities) andererseits koordiniert und in Einklang gebracht. Hierbei sind zukünftige Erträge auf der Anlagenseite mit den Ausgaben auf der Verpflichtungsseite aufeinander abzustimmen und die Portfoliostruktur zu optimieren. Dabei müssen Unsicherheiten sowohl an den Finanzmärkten als auch z. B. bei der Entwicklung der Altersstruktur der Versicherungsnehmer beachtet werden.

1 *Ablaufschema einer ALM-Studie für Lebensversicherer*

Für die derzeitige Niedrigzinsphase mangelt es an geeigneten Modellen, insbesondere an solchen, die für eine langfristige Simulation geeignet sind. Darüber hinaus sind die Verpflichtungen aus Rentenzahlungen durch die wachsende Lebenserwartung immer schwerer abzubilden. Für diese und weitere Herausforderungen werden in der WISA Lösungen entwickelt, die später in ALMSim verfügbar gemacht werden sollen.

Im Jahr 2015 haben wir eine erste lauffähige Version von ALMSim erstellt, die es einerseits erlaubt, verschiedenste Assets stochastisch zu simulieren. Andererseits können auch die Verpflichtungen einer Versicherungsgesellschaft abgebildet werden. Die derzeitige Version erlaubt bereits eine Kopplung zwischen Anlagenseite und eingegangenen Verpflichtungen. Eine Kopplung wäre beispielsweise, wenn eine schlechte Entwicklung der Assets und damit des Anlagevermögens von Rentenversicherungen zu einem geringeren Neukundengeschäft führen würde und sich damit indirekt auf die Höhe der Verpflichtungen auswirken würde.

ALMSim ist derzeit im Projekt mit der Produktinformationsstelle Altersvorsorge im Einsatz, um Kapitalmarktszenarien (derzeit Zins- und Aktienverläufe) für die nächsten 40 Jahre zu erzeugen. Auf Basis dieser Szenarien wird die Entwicklung verschiedener Altersvorsorgeverträge berechnet, um schließlich Chancen und Risiken der einzelnen Altersvorsorgeverträge zu vergleichen. Die Software soll im Projektverlauf weiterentwickelt werden, um z. B. Regularien von Solvency II in die Untersuchungen mit einzubeziehen. Es soll eine optimale Asset-Allokation bestimmt werden, die diese Regularien erfüllt und verschiedene Marktrisiken berücksichtigt, z. B. ein plötzliches Fallen der Kurse am Aktienmarkt oder starke Zinsveränderungen. Ebenso sollen Sterblichkeits- und Kündigungsrisiken mit einbezogen werden. ALMSim ist modular strukturiert und nutzt Cloud-Techniken zum verteilten Rechnen. Durch Nutzung der Netbeans Plattform verfügt ALMSim über eine moderne grafische Oberfläche, die leicht bedienbar und erweiterbar ist.



## AUTOMATISIERTES HANDELN UND ALM

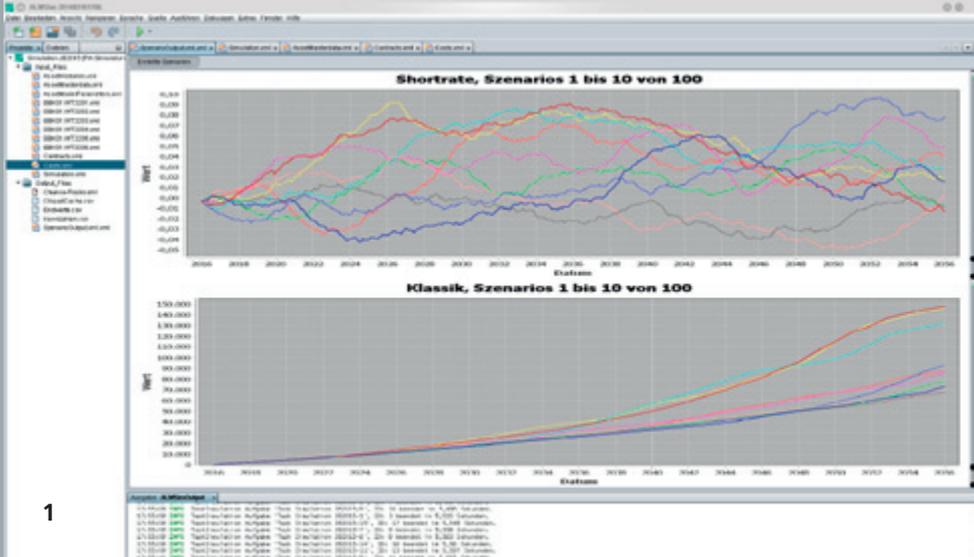
### 1 Handelsraum einer Bank

Die Abteilung Finanzmathematik hat im vergangenen Jahr die langjährige Zusammenarbeit mit der britischen Firma OptiRisk Systems intensiviert. Die Abteilung arbeitet momentan an Projekten im Bereich Software-Entwicklung für Aktienhandel und Asset Liability Management.

Für das Projekt zum Aktienhandel entwickeln wir Software für Händler im Equity-Bereich, die nach neuesten Erkenntnissen der Portfolio-Optimierung und Nachrichtenanalyse Kauf- und Verkaufssignale generiert. Das zugrundeliegende Optimierungsmodell zur Bestimmung der Portfoliokomposition beruht auf dem Konzept der stochastischen Dominanz zweiter Ordnung. In diesem Zusammenhang bedeutet dies, dass für zwei Investitionsalternativen die integrierte Verteilung der dominierenden Alternative für alle Renditen kleiner oder gleich und für mindestens eine Rendite echt kleiner ist als die integrierte Verteilung der Dominierten. Dieses Kriterium ist eng verbunden mit den Entscheidungen eines risikoaversen Investors und seines erwarteten Nutzens. Daneben wird besonderer Wert auch auf den zusätzlichen Aspekt der Nachrichtensignale gelegt. Sowohl die Anzahl als auch die Relevanz der eingehenden Nachrichten hat einen Effekt auf die geschätzten Mittelwerte und Volatilitäten der Aktienrenditen und somit auf die geschätzte Performance der Aktien.

Im zweiten Projekt beschäftigen wir uns mit einer Software-Entwicklung für das Asset Liability Management (ALM). Hierbei möchte man die Einkünfte und Verpflichtungen eines Investors oder eines Fonds für einen langen Investitionshorizont aufeinander abstimmen. Diese Abstimmung kann auch für eine Privatperson oder einen Haushalt relevant sein. Für ein individuelles ALM werden die privaten Einkünfte und Ausgaben bzw. Ausgabenwünsche gegenübergestellt, um verschiedene Anlage- oder Kreditentscheidungen zu treffen und alle zukünftigen Investitionswünsche und Kapitalziele zu berücksichtigen. Bei diesem individuellen ALM wird die private Vorsorge in den Vordergrund gestellt, optimiert wird hierbei der maximale erwartete Nutzen des privaten Konsums. Bei der ALM-Entscheidung für Pensionsfonds und Versicherungen hingegen werden die Abweichungen der zukünftigen Werte von Anlage und Verpflichtungen minimiert.

Für beide ALM-Fragestellungen müssen Szenarien generiert werden, d. h. Verläufe von Aktien und weitere Finanzzeitreihen wie beispielsweise Zinsraten simuliert werden. Für die Erstellung dieser Szenarien werden unterschiedliche Methoden verwendet und weiterentwickelt, um realistische Zukunftsentscheidungen treffen zu können.



## SIMULATION VON ALTERSVORSORGEPRODUKTEN

Die Simulationen der Altersvorsorgeprodukte basieren auf einem Marktmodell, bestehend aus einem Kapitalmarktmodell und einem Zinsmodell, sodass sowohl Aktien, Fonds und Zinsprodukte (z. B. Rentenfonds, Anleihen, Bankspargpläne etc.) simuliert werden können. Dieses Marktmodell erlaubt es, alle gängigen Bank- und Versicherungs-Produkte zur Altersvorsorge näherungsweise abzubilden und sie auf einer einheitlichen Basis zu simulieren, um sie hinsichtlich ihrer Chancen und Risiken miteinander vergleichen zu können. Neben den klassischen, auf einem Deckungsstock basierenden Versicherungsprodukten erlaubt das Marktmodell auch die Analyse moderner Produkte wie z. B. Hybridprodukte, Index-Partizipationen und sogenannter CPPI (constant proportion portfolio insurance) Hedging-Strategien.

Für die Riester-Förderung ist es entscheidend, dass die Produkte eine Brutto-Beitragsgarantie zum Laufzeitende beinhalten. Die Konstruktion von Produkten, mit einer genügend hohen Mindestverzinsung zur Erfüllung dieser Garantie, stellt besonders bei niedrigen Zinsen eine Herausforderung dar. Bei kurzer Laufzeit kann es unter Umständen recht schwierig sein, die entstehenden und nicht unerheblichen Kosten (für Vertrieb, Verwaltung etc.) allein aus den Zinsen von Anleihen hoher Bonität zu erwirtschaften. Werden jedoch riskantere Papiere verwendet, um eine höhere Risikoprämie zu erhalten, muss gleichzeitig mittels Derivaten oder anderer Methoden sichergestellt werden, dass die Garantie erfüllbar bleibt, und zwar nach Möglichkeit so, dass die Anlagestrategie auch noch Wachstums-Chancen bietet (z. B. als Schutz gegen Inflationsrisiken).

Im derzeitigen schwierigen Niedrigzins-Umfeld ist die Kalibrierung des Zinsmodells von entscheidender Bedeutung. Einerseits stellen negative Zinsen eine Anomalie dar, da das Vorhalten von Bargeld bereits eine Arbitrage wäre, andererseits hängen zukünftige Renditen fast aller Anlageprodukte stark von der erwarteten oder modellierten stochastischen Zins- und Terminstruktur-Entwicklung ab, selbst wenn die aktuelle beobachtete Terminstruktur exakt abgebildet wird. Diese Problematik wird dadurch entschärft, dass es bei der Risiko-Klassifizierung nicht primär um die exakte Berechnung der Rendite-Verteilung (ihres Erwartungswertes oder ihrer Quantile geht), sondern es auf die relative Anordnung verschiedener Produkte in einem Chance/Risiko-Diagramm ankommt.

1 *Simulierte Szenarien eines Zinsmodells (Shortrate) und eines Vertragsverlaufs einer klassischen Rentenversicherung (Klassik)*