



DR. ANDREAS WAGNER  
ABTEILUNGSLEITER

## METHODENKOMPETENZ IN FINANZMATHEMATIK, STOCHASTIK UND DATA SCIENCE

Unsere Abteilung hat ihre methodischen Leitplanken in Data Science und Finanzmathematik. Data Science bezeichnet ein interdisziplinäres Wissenschaftsgebiet mit dem Ziel, Erkenntnisse aus Daten zu gewinnen. Dabei kommen oft Methoden aus dem Machine-Learning zum Einsatz, die die Grundlage für viele Anwendungen im Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI) sind. Die Finanzmathematik beinhaltet die stochastische Modellierung, Simulation und Optimierung sowie statistische Verfahren.

Wir nutzen unsere Kompetenzen, um in branchenübergreifenden Schwerpunkten nachhaltige Beiträge zu den aktuellen gesellschaftlichen Herausforderungen zu leisten: demographischer Wandel, Energiewende und Digitalisierung. Wir sind überzeugt davon, dass Zusammenarbeit mehr Wert generiert als die Summe der Einzelteile, daher kooperieren wir mit Partnern aus dem Institut, der Wissenschaft und der Industrie.

Im Schwerpunkt Altersvorsorge haben wir in Kooperation mit der Produktinformationsstelle Altersvorsorge einen ganzheitlichen Blick auf die Altersvorsorge in Deutschland und Europa.

Im Energiesystem der Zukunft werden Flexible Lasten wichtiger. Diese werden preissensitiv im Stromhandel agieren, damit ist eine Grundannahme vieler Modelle hinfällig und wir entwickeln in diesem Schwerpunkt neue Lösungen.

Im Zuge der Digitalisierung von Prozessen ergeben sich neue Möglichkeiten, Abrechnungsvorgänge effizient zu prüfen. Wir haben bereits Prüfungstools für mehrere Branchen entwickelt und arbeiten eng mit der Industrie an neuen Algorithmen. Im nächsten Jahr bauen wir unsere Kompetenz in puncto Gesundheitswirtschaft aus und arbeiten mit Staatsanwaltschaft und Polizei an der Prüfung von Pflegedienst-Abrechnungen.

### Kontakt

[andreas.wagner@itwm.fraunhofer.de](mailto:andreas.wagner@itwm.fraunhofer.de)

[www.itwm.fraunhofer.de/fm](http://www.itwm.fraunhofer.de/fm)

---

## SCHWERPUNKTE UND ANWENDUNGEN

- Altersvorsorge und Lebensversicherungen
  - Flexible Lasten am Energiemarkt
  - Abrechnungsprüfung
- 





## KREDIT-RATINGS FÜR MIKROFINANZINSTITUTE

Das Ziel von Mikrofinanzinstituten ist es, auch einkommensschwachen Kreditnehmenden, typischerweise in einem Entwicklungs- oder Schwellen-Land lebend, die Möglichkeit zu geben, Finanzdienstleistungen, wie z. B. Kontoführung und Kreditaufnahme zu günstigen Konditionen, in Anspruch nehmen zu können. Ein Mikrofinanzfonds ist nun ein für das Publikum offener Fonds, der darauf spezialisiert ist, in Mikrofinanzinstitute durch Kreditvergabe zu investieren und diese so bei ihrer Refinanzierung zu unterstützen.

Im hier vorgestellten Projekt entwickeln wir ein Softwaretool, das dabei unterstützt, solche Mikrofinanzfonds, d. h. das Portfolio der an Mikrofinanzinstitute vergebenen Kredite, zu bewerten. Trotz fortschreitender Digitalisierung mangelt es in vielen Situationen weiterhin an ausreichenden Datenmengen, um stabile Modellkalibrierungen leicht vornehmen zu können. Dies macht aufwändige statistische Methoden erforderlich, z. B. um sich gegen ein Overfitting und Instabilitäten abzusichern. Dabei ist es häufig nicht das Problem, viele potentielle erklärende Variablen zu erheben, sondern es ist vielmehr die Stichprobengröße, die zu klein ist und nicht ohne Weiteres erhöht werden kann. Auch wenn gelegentlich der Eindruck entsteht oder erweckt wird, dass alle Probleme mit Big Data und hochgradig automatisierten und standardisierten Machine-Learning-Methoden angegangen werden können. Häufig erfordert die Datenlage einen maßgeschneiderten Ansatz und eine individuelle Analyse.

So auch im hier vorgestellten Projekt, in dem wir Ausfallwahrscheinlichkeiten für Mikrofinanzinstitute (MFI) bestimmen. MFIs wurden bekannt durch den 2006 an Muhammad Yunus verliehenen Friedensnobelpreis. Es handelt sich dabei um Banken, die Kleinstkredite an Kundinnen und Kunden in Entwicklungs- oder Schwellen-Ländern vergeben. Diese Personengruppe hat häufig mit dem Problem zu kämpfen, dass sie meist keinen normalen Zugang zum Bankensystem hat, z. B. mangels der Möglichkeit, ein Bankkonto zu eröffnen, und somit, wenn überhaupt, nur unter erschwerten Bedingungen oder zu ungünstigen Konditionen Finanzdienstleistungen in Anspruch nehmen kann.

### Herausforderung: Wahl des Modells

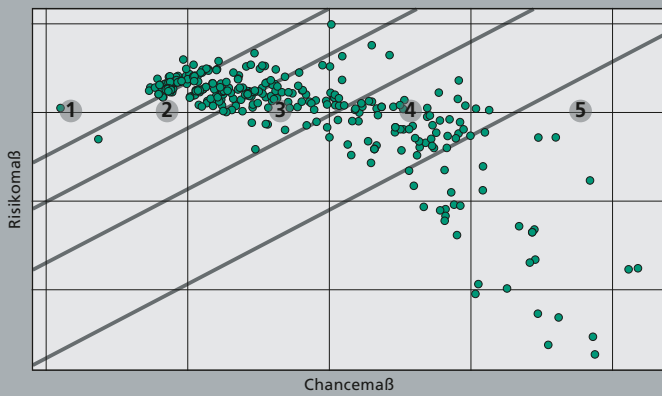
Es handelt sich bei den MFI um einen eher kleinen Markt, mit kurzer Datenhistorie. Die zur Verfügung stehenden Daten bestehen also zwangsläufig aus einer kleinen Stichprobe. Hinzu kommt, dass es nur wenige Ausfälle im Beobachtungszeitraum gab und die Schätzung von kleinen Ausfallwahrscheinlichkeiten schwierig ist. Andererseits liefern MFIs (zum Teil monatlich) viele (Bilanz-)Kennzahlen, sodass schnell klar ist, dass die Hauptschwierigkeit in der Wahl des

Modells liegt. Da sich bei den zur Verfügung stehenden Daten klassische Kreuz-Validierungs-Ansätze und out-of-sample Backtesting-Methoden als instabil erwiesen, haben wir einen Ansatz verfolgt, der auf der rechen-intensiven Verwendung von Permutations-Tests basiert. Dazu wurden mittels eines Forward-Search-Verfahrens eine Folge von Modellen ansteigender Komplexität konstruiert. Da viele erklärende Variablen zur Verfügung standen, war es leicht, eine hohe Trennschärfe auf den historischen Daten zu erzielen. Im Fokus stand jedoch besonders, ein Overfitting, sowie eine instabile Modellkalibrierung, zu vermeiden. Die entscheidende Herausforderung bestand somit in der Wahl eines geeigneten Abbruchkriteriums in der Forward-Search. Dieses Kriterium definierten wir mit Hilfe eines Permutations-Tests. Anders als bei klassischen Devianz-Tests oder Informationskriterien, basieren Permutations-Tests auf exakten Verteilungen – approximiert mittels einer Monte-Carlo-Simulation. Es werden also keinerlei, häufig schlecht zu rechtfertigende oder nur schwierig überprüfbare, Verteilungsannahmen getroffen.

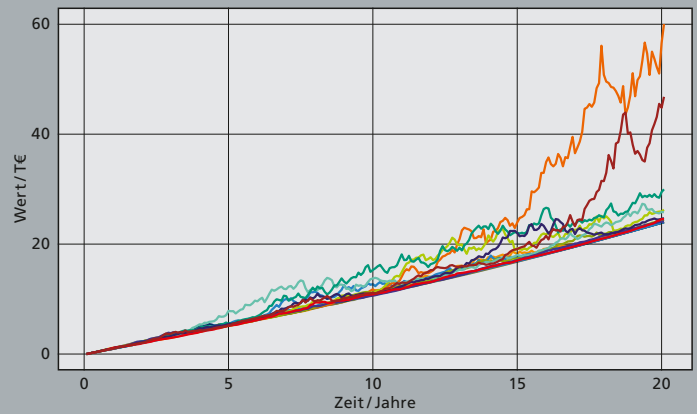
### **Individuelle Analyse umgesetzt in Software**

Ganz typisch für die Herangehensweise in unseren Industrieprojekten, haben wir ein Software-tool entwickelt, das die statistische Analyse automatisiert und durchführt – vom Datenimport über das automatisierte Preprocessing, den Kalibrierungsmethoden bis hin zu den diagnostischen Visualisierungs- und Test-Methoden. Wir setzen eine stabile Kalibrierungsmethode ein, die ein schnelles Neukalibrieren ermöglicht, sobald neue Daten zur Verfügung stehen. Auch die Wahl des Modells ist halbautomatisch umgesetzt, sodass wir diese mit wenig Aufwand überprüfen oder bei Bedarf erneut durchführen können. Die geschätzten Ausfallwahrscheinlichkeiten nutzen wir zur Bewertung eines Fonds von Krediten, vergeben an Mikrofinanzinstitute und ermöglichen so die Bestimmung von Preisen von Fonds-Anteilscheinen. In unserer Softwarelösung haben wir die Bewertung von verschiedenen Kredittypen, mit standardisierten und individuellen Tilgungsplänen sowie unterschiedlichen Zinsvereinbarungen (fixed/floating, caps/floors), umgesetzt.





1



2

## KLASSIFIZIERUNG PRIVATER ALTERSVORSORGE-PRODUKTE

1 *Eine Übersicht der Chancen-Risiko-Klassen-Einteilung verschiedener privater Altersvorsorgeprodukte*

2 *Die Wertentwicklung eines privaten Altersvorsorgeproduktes simuliert über die Zeit auf verschiedenen Pfaden*

Seit 2016 klassifizieren wir im Auftrag der Produktinformationsstelle Altersvorsorge gGmbH (PIA) alle Altersvorsorgeprodukte, die durch staatliche Zulagen gefördert werden. Diese benötigen nach dem Altersvorsorge-Verbesserungsgesetz seit Anfang 2017 ein Produktinformationsblatt, das insbesondere eine Chancen-Risiko-Klasse (CRK) ausweist. Die Aufgabe, diese CRK festzulegen, wurde durch das Bundesministerium der Finanzen (BMF) der PIA auf dem Wege der Beleihung übertragen.

Für die Klassifizierung werden auf Basis eines von uns entwickelten Marktmodells für die Zins- und Aktienpreisentwicklung (PIA-Basismodell) mögliche Marktszenarien für die gesamte Laufzeit der Produkte erzeugt. Die Einteilung in eine von fünf Chancen-Risiko-Klassen erfolgt relativ zu Referenzportfolios, die die Grenzen zwischen den Klassen bestimmen. Diese werden ebenso wie die ermittelte CRK auf Basis aktueller Marktdaten jährlich überprüft.

Die Simulation berücksichtigt neben der gewählten Vertragsform (klassische Lebensversicherung, Fondssparplan) die Anlageentscheidungen des Managements sowie die einbehaltenen Kosten. Nach dem Gesetz werden diese Szenarien für Musterkundinnen und -kunden mit einem Zeithorizont von 12, 20, 30 und 40 Jahren erzeugt, die monatlich oder einmalig zu Vertragsbeginn einzahlen.

### PIA-Basismodell als Branchenstandard

Insgesamt haben wir bereits mehr als 1600 Klassifizierungen durchgeführt. Einzelne Aspekte des Klassifizierungsverfahrens entwickeln wir stetig weiter, wie beispielsweise die jährliche Kalibrierung des Marktmodells oder die mathematische Abbildung verschiedener Anlagegüter. Außerdem haben wir in unserem Buch »Praxishandbuch Lebensversicherungsmathematik: Simulation und Klassifikation von Produkten« (VVW GmbH, 2019) die theoretischen Grundlagen und darüberhinausgehende Forschungsarbeit rund um das Thema dargestellt.

Das PIA-Basismodell hat sich in den letzten Jahren als Branchenstandard in Deutschland etabliert. Auf europäischer Ebene wird im Rahmen der PRIIPs-Verordnung ein in der Branche anerkanntes Marktmodell benötigt. Die Deutsche Aktuarvereinigung e. V. (DAV) empfiehlt die Nutzung des PIA-Basismodells für Deutschland, andere Länder (z.B. Österreich) haben diesen Vorschlag in angepasster Form übernommen. Auch im Bereich der betrieblichen Altersvorsorge kann das PIA-Basismodell zum Tarifvergleich verwendet werden.



## ABRECHNUNGSPRÜFUNGEN IN DER AUTOMOBIL-INDUSTRIE

Bei Versicherungen gehört die Prüfung von Abrechnungen dazu, um die Qualität sowie die Rentabilität aufrecht zu erhalten. Der Umfang und die Bestandteile einer Abrechnung weisen eine hohe Variabilität auf. Die Prüfung der Abrechnungen ist deshalb mit hohem Aufwand verbunden und bei stetig steigender Anzahl nicht vollumfänglich manuell durchführbar. In Zusammenarbeit mit einem Fahrzeughersteller entwickeln wir Tools zur Unterstützung bei der Datenanalyse, Prüfung und Qualitätskontrolle.

Unsere Analysen beziehen sich im Speziellen auf Gebraucht- und Neuwagengarantien. Hier stehen uns verschiedene Datenquellen zur Bearbeitung und Auswertung zur Verfügung. Die Vielzahl der Anforderungen und Datenquellen erfordert Tools für unterschiedliche Zielgruppen.

### **Interaktive Datenanalyse und userfreundliche Datenvisualisierung**

Zur ersten Analyse von Abrechnungen steht dem Anwendenden ein interaktives Datenanalyse-tool zur Verfügung. Hier ist es den Analytinnen und Analysten möglich, eigenständige Analysen durchzuführen. Die Umsetzung erfolgt mit R-Shiny. Im Weiteren konnten Daten von Audits zur Auswertung und Verarbeitung bereitgestellt werden. Für die Untersuchung dieser Daten hinsichtlich der zeitlichen Entwicklung und Relevanz für weitere Analysen wurden, in Zusammenarbeit mit dem Fahrzeughersteller, relevante Fragestellungen ermittelt. Hierbei haben wir speziell den Fokus auf die Visualisierung und anwenderfreundliche Nutzung durch die Auditoren gesetzt.

### **Maschinelles Lernen zur Auffälligkeitsdetektion**

Bei der Entwicklung des Tools zur Unterstützung der Abrechnungsprüfung greifen wir auf maschinelle Lernverfahren zurück. Ausgehend vom ersten Datensatz wurden verschiedene Verfahren implementiert. Diese reichen von einfachen deterministischen Regeln über klassische statistische Methoden bis hin zu modernen unsupervised Verfahren.

### **Standards für nicht gelabelte Daten**

Eine wichtige Fragestellung zur Qualitätskontrolle ist die Ermittlung von Standards. Hierfür ist eigens ein Decision Tree entwickelt worden. Dieser ermittelt aus den nicht gelabelten Daten ein Standardvorgehen. Basierend auf diesem sind verschiedene Visualisierungen von abweichenden Anträgen untersucht worden. Hierfür haben wir Kenngrößen identifiziert, um bei kategorischen Daten Abstände zu bestimmen. Durch R-Dashboards erfolgt die kooperative Prüfung und Weiterentwicklung der Algorithmen und Visualisierungen mit dem Nutzenden.





### »BAUHAUS.MOBILITYLAB« ÜBERZEUGT BEI KI-INNOVATIONSWETTBEWERB

Mit Hilfe Künstlicher Intelligenz werden ab 2020 Produkte und Dienstleistungen in den Bereichen Mobilität, Logistik und Energie entwickelt und unter realen Bedingungen erprobt. Ein Konsortium unter Federführung der Fraunhofer-Gesellschaft hat sich erfolgreich am »KI-Innovationswettbewerb« des BMWi beteiligt. Mit rund 17 Millionen EUR soll das »Bauhaus.MobilityLab« in den kommenden drei Jahren zu einem Leuchtturm der Mobilitäts- und Energiewende werden. Die Abteilungen »Finanzmathematik« und »High Performance Computing« sind an dem Projekt beteiligt.



### BMW-PROJEKT FLEXEURO: VERMARKTUNG VON FLEXIBILITÄT AM ENERGIEMARKT

Flexibilität im Stromversorgungssystem ist zu einem Schlagwort der Stunde avanciert. Hohe Preisschwankungen an den Kurzfristmärkten zeigen deren wirtschaftlichen Wert. Im BMWi-geförderten Projekt FlexEuro entwickeln wir gemeinsam mit der Abteilung »Optimierung – Operations Research« Modelle und Methoden für die optimale Vermarktung von Lastflexibilitäten an verschiedenen Strommärkten.



### FRAUNHOFER ITWM VERÖFFENTLICHT FINANZ-MATHEMATISCHES FACHBUCH

Unter Federführung von Prof. Dr. Ralf Korn und Dr. Andreas Wagner haben die Mitarbeitenden der Abteilung »Finanzmathematik« im Dezember 2019 ein Fachbuch zur Lebensversicherungsmathematik herausgegeben. In der Herausgeberschrift mit dem Titel »Praxishandbuch Lebensversicherungsmathematik: Simulation und Klassifikation von Produkten« erklären die Autoren die praktischen Aspekte der Simulation und Klassifikation von Altersvorsorgeprodukten.