

# **Analyse negativer Zins-Szenarien für Versicherungsmodelle**

## **Zusammenfassung der Forschungsarbeit an der Universität Ulm**

Alexander Jung

Der fortschreitende demographische Wandel stellt das umlagefinanzierte gesetzliche Rentensystem vor eine große Herausforderung. Zur Sicherstellung eines angemessenen Einkommens im Alter ist es von großer Bedeutung, zusätzlich in der betrieblichen oder privaten Altersvorsorge anzusparen. Allerdings ist die Wahl eines passenden Altersvorsorgeprodukts keineswegs trivial. Darf es eine Riester-Rente, Basisrente oder doch eine klassische Rentenversicherung sein? Welches Vorsorgekonzept soll es sein, fondsgebunden, abhängig von einem Aktienindex oder keines von beidem?

Um die Produktwahl zu erleichtern und verschiedene Produkte vergleichbar zu machen, müssen Anbieter von staatlich geförderten Altersvorsorgeprodukten Produktinformationsblätter zur Verfügung stellen (§ 7 AltZertG), welche seit dem 1. Januar 2017 einem einheitlichen, amtlich vorgeschriebenen Muster entsprechen müssen (§ 13 AltvPIBV). Auf diesen Informationsblättern finden sich Chancen-Risiko-Klassen (CRK), welche die Produkte bezüglich ihrer Renditechancen, aber auch des damit einhergehenden Risikos einstufen. Zur Klassifizierung wird ein Simulationsmodell der Produktinformationsstelle Altersvorsorge gGmbH (PIA-Modell) verwendet, welches Zinsen und Aktien stochastisch modelliert und daraus das Leistungsspektrum von verschiedenen Altersvorsorgeprodukten ableitet.

### **Inhalt und Ziele der Arbeit**

Diese Arbeit beschäftigt sich mit den Extremszenarien von Zinsen, die im Rahmen des PIA-Modells auftreten können. Von besonderem Interesse sind dabei die Fragen, mit welcher Wahrscheinlichkeit negative Zinsen auftreten und wie negativ die modellierten Zinsen im Extremfall werden können. Mögliche Anomalien, wie inverse Zinsstrukturen, werden ebenfalls thematisiert. Die resultierenden Ergebnisse werden stets auf ihr finanzmathematisches Entstehen analysiert und bezüglich ihrer Konsistenz mit realen Marktzinsen diskutiert.

Dabei konnten im Rahmen der Forschungsarbeit viele neuartige Theoreme entwickelt werden, die den Bezug der Modellparameter zur Wahrscheinlichkeitsverteilung der Zinsen im PIA-Modell erklären. Insbesondere konnten aber auch mögliche Schwachstellen des Modells identifiziert werden, die entweder in der Modellstruktur selbst oder in der Handhabung der Modellkalibrierung begründet sind.

## **Zinsmodellierung im PIA-Modell**

Die Zinsen werden im PIA-Modell durch ein modifiziertes Zwei-Faktor-Vasicek-Modell (G2++) dargestellt. Dabei ergibt sich die Short-rate aus zwei korrelierten stochastischen Prozessen und einer deterministischen Komponente. Letztere macht das Modell konsistent mit der am deutschen Rentenmarkt beobachteten Zinsstrukturkurve zum Startzeitpunkt der Simulation. Insbesondere bilden die von der Markt-Zinsstrukturkurve implizierten Terminzinsen die Grundstruktur der modellierten zukünftigen Kassazinsen. Auf diese Grundstruktur werden durch die stochastischen Prozesse zwei Drift-Komponenten hinzu-addiert. Die Höhe der beiden Drift-Parameter wird dabei so festgelegt, dass die modellierten erwarteten Kassazinsen den Prognosen aus dem Bericht OECD Economic Outlook für zukünftige Kassazinsen mit 3-monatiger und 10-jähriger Laufzeit entsprechen.

Die Parameter des Modells, die maßgebend für die Volatilität und Korrelation der stochastischen Prozesse sind, ergeben sich aus einer Kalibrierung auf Marktdaten von Zinscaps oder Swaptions. Die Volatilität der modellierten Zinsen führt innerhalb von 30 Jahren üblicherweise zu einer Spanne von 9-10 Prozentpunkten zwischen den höchsten und den niedrigsten 10-jährigen Kassazinsen.

Ein Blick in die analytische Form der modellierten Zinsen zeigt, dass die Parameter, die eigentlich maßgeblich für die Volatilität der Zinsen sind, ebenfalls im Erwartungswert der Zinsen auftauchen. Dies lässt sich als Aufschlag auf das Zinsniveau durch eine Risikoprämie interpretieren. Allerdings ist der Einfluss dieser Risikoprämie von überschaubarem Ausmaß. Daher ist es sinnvoll, sich auf die beiden zentralen Aspekte der Zinsmodellierung im PIA-Modell zu konzentrieren: Dem Niveau der Markt-Zinsstrukturkurve zum Startzeitpunkt der Simulation und der Kalibrierung der Drift-Parameter mithilfe der Zinsprognosen der OECD.

## Reflektion der Ergebnisse aus der Analyse des Modells

Die folgenden Zahlenwerte beziehen sich beispielhaft auf das Parameterset der PIA aus dem Jahr 2017.

Die Short-rate ist zu Beginn der Simulation im Jahr 2017 negativ und pendelt sich ab 2027 bei einer Wahrscheinlichkeit negativer Realisierungen von 10-15 % ein. Diese Werte sind durchaus als realistisch einzustufen, da erst kurz zuvor im März 2016 die Absenkung des Einlagesatzes der EZB auf -0,5 % beschlossen wurde. Auch die Aussicht, im Jahre 2027 noch negative kurzfristige Zinsen zu haben, erscheint aktuell als möglich.

Kassazinsen mit einer Laufzeit von 10 Jahren sind zu Beginn der Modellierung im Jahr 2017 noch leicht positiv, erreichen aber in kurzer Zeit eine Wahrscheinlichkeit negativer Realisierungen von fast 25 % und bleiben ab dem Jahr 2032 ungefähr bei einer Wahrscheinlichkeit negativer Werte von 20 %. Negative langfristige Zinsen waren am deutschen Kapitalmarkt historisch nicht zu beobachten, bis im 3. Quartal des Jahres 2016 negative Umlaufrenditen für Bundeswertpapiere mit einer Restlaufzeit von 9-10 Jahren auftraten. Seit Mitte 2019 waren Umlaufrenditen langfristiger Bundeswertpapiere konsequent negativ. Damit ist eine Wahrscheinlichkeit negativer langfristiger Zinsen von 25% durchaus passend, ob diese allerdings für die nächsten Jahrzehnte weiterhin über 20 % bleibt und keine Anhebung des Zinsniveaus zu erwarten ist bleibt fraglich. Jedenfalls stimmt es nicht mit unserem Verständnis von Zinsen überein, dass die Wahrscheinlichkeit negativer Realisierungen für langfristige Zinsen höher sein sollte als für Zinsen mit kurzer Laufzeit. In der Regel wird das zusätzliche Risiko einer Langzeitinvestition durch einen höheren Zins (Term Premium) entlohnt und es bildet sich eine normale Zinsstrukturkurve.

Im PIA-Modell ist es aber eine persistente Beobachtung, dass langfristige Zinsen im Vergleich zu kurzfristigen Zinsen ungewöhnlich niedrig ausfallen und deshalb häufig inverse Zinsstrukturen auftreten. Dafür gibt es die folgenden strukturellen Gründe.

Die Definition der Drift-Parameter im PIA-Modell ist zwar üblich in der Literatur, hat aber dennoch folgende Konsequenz: Der positive Einfluss der Drift-Parameter auf den Erwartungswert der Kassazinsen sinkt mit zunehmender Laufzeit der Kassazinsen. Dies bedeutet, dass kurzfristige Zinsen vergleichsweise stark vom Drift beeinflusst werden, während der Effekt auf langfristige Zinsen wesentlich schwächer ausgeprägt ist (eine

Erhöhung der Drift-Parameter um einen Prozentpunkt erhöht den Erwartungswert kurzfristiger (langfristiger) Zinsen generell um ca. 0,6-1 (0,2-0,4) Prozentpunkte). Bei ausreichend hohen Drift-Parametern ist es daher nicht unüblich, dass im PIA-Modell mit einer Wahrscheinlichkeit von bis zu 80-90 % inverse Zinsstrukturen zu beobachten sind.

Des Weiteren sind auch die von der Markt-Zinsstrukturkurve implizierten Terminzinsen ein Grundbaustein der modellierten Zinsen. Dies ergibt sich aus der strikten Vermeidung von Arbitragemöglichkeiten im Modell und wird häufig als pure expectations theory bezeichnet. Dass es in der Realität zusätzliche Friktionen gibt, die eine strenge Modellierung dieser Form fraglich machen, zeigen alternative Ansätze wie bspw. die market segmentation theory, aber auch die Konsequenzen einer solchen Modellierung. Ausgehend von einer typischen Zinsstrukturkurve, welche mit zunehmender Laufzeit immer flacher wird, ergibt sich die Erwartung, dass Zinsen in der fernen Zukunft anfangen zu sinken. Nach der pure expectations theory wäre in Deutschland fast zu jedem Zeitpunkt in der Vergangenheit angenommen worden, dass in 10-25 Jahren ein Absinken des Zinsniveaus zu erwarten ist und diese Information bereits damals in der Zinsstrukturkurve enthalten war. Dieses Absinken von implizierten Terminzinsen betrifft Zinsen mit langer Laufzeit besonders stark und trägt wesentlich zu den vergleichsweise niedrigen langfristigen Zinsen und der hohen Wahrscheinlichkeit inverser Zinsstrukturen im Modell bei.

Neben der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von negativen Zinsen ist ebenfalls interessant zu analysieren, wie negativ die modellierten Zinsen im PIA-Modell im Extremfall werden können. Im PIA-Modell erreichen 10-jährige Kassazinsen bis zum Jahr 2047 bis zu -3,65 %. Die Short-rate kann im selben Zeitraum sogar unter -4 % fallen. Zinsen in dieser Größenordnung haben keine historische Präzedenz auf dem Kapitalmarkt und scheinen unrealistisch niedrig zu sein. Bei so negativen Zinsen könnte es für institutionelle Investoren wie Banken oder Versicherungen attraktiver sein, Bargeld zu halten und die Kosten für Lagerung, Sicherheit und Transaktionen zu tragen, wodurch sich eine natürliche untere Begrenzung für das Zinsniveau ergeben würde.

Zusätzlich zur Betrachtung der offiziellen PIA-Parameter ergeben sich auch aus eigenständigen Kalibrierungen für das Ausgangsjahr 2019 interessante Ergebnisse. Bei dieser Untersuchung hat sich aus dem Abgleich der PIA-Parameter mit den zugehörigen Berichten OECD Economic Outlook die Vermutung ergeben, dass im PIA-Modell zwar die deutsche Markt-Zinsstrukturkurve zugrunde gelegt wird, aber die Drift-Parameter so festgelegt werden, dass Sie zu den Prognosen zukünftiger

europäischer Zinsen passen. Aus dem Zinsspread zwischen sehr sicheren Bundeswertpapieren und Anleihen anderer europäischer Länder resultieren im Rahmen der Kalibrierung künstlich hohe Drift-Parameter. Diese extrapolieren wiederum ein starkes Zinswachstum in die Zukunft und führen zu einem sehr hohen Zinsniveau. In einer Kalibrierung auf europäische Zinsprognosen für das Jahr 2019 wächst der Erwartungswert 10-jähriger Kassazinsen bis zum Jahr 2034 auf knapp 6 % an. Bei analoger Kalibrierung auf die Prognosen für deutsche Zinsen erreichen die 10-jährigen Kassazinsen gerade mal 2 % (vgl. Abb. 1). Bei den in der Altersvorsorge üblichen langfristigen Verträgen und der exponentiellen Natur des Zinseszins, führt eine solche Differenz im erwarteten Zinsniveau zu wesentlichen Unterschieden in der Leistung eines Produkts. Sollte das PIA-Modell wirklich die Drift-Parameter auf Basis von Prognosen für das europäische Zinsniveau festlegen, ist es fraglich, ob dies eine gerechtfertigte Handhabung ist.



**Abb. 1:** Zinsniveau bei Kalibrierung auf Zinsprognosen für Deutschland (links) und für Europa (rechts).

## Fazit

Die aus dem PIA-Modell resultierenden Wahrscheinlichkeiten negativer Zinsen sind durchaus realistisch und passen weitestgehend zu den Beobachtungen am Kapitalmarkt. Das Zinsniveau der extremsten Simulationspfade ist mit bis zu -4 % sehr gering und hat keine historische Präzedenz auf dem Kapitalmarkt. Aufgrund der Struktur der Drift-Parameter und der strengen Auslegung von implizierten Terminzinsen als erwartete zukünftige Kassazinsen fallen Zinsen mit langer Laufzeit vergleichsweise niedrig aus und das Auftreten von inversen Zinsstrukturen ist sehr wahrscheinlich. Bei Verwendung der deutschen Zinsstrukturkurve als Grundgerüst des Modells und Kalibrierung der Drift-Parameter auf Prognosen für das europäische Zinsniveau entsteht aufgrund des Zinsspreads ein starker Drift und ein künstlich angehobenes zukünftiges Zinsniveau, welches das Leistungsspektrum von Altersvorsorgeprodukten verzerren kann.