

# Praktikumsbericht

Anonym

Matrikelnummer: \*\*\*\*\*

Mathematik, B. Sc.

Betreut von Christian Diepold

Allianz Versicherungs-AG

Dieselstraße 6

Unterföhring

Institut für Mathematik

Technische Universität Berlin

08.08.2022

### **Zusammenfassung**

Ich habe in meinem Praktikum vom 15.03.2022 bis 30.06.2022 bei der Allianz sehr viel gelernt, sowohl praktischer als auch theoretischer Natur. Zunächst musste ich mich mit dem Arbeiten in einem wirtschaftlichen Betrieb vertraut machen, das sich durchaus vom Arbeiten im Studium unterscheidet. Ich habe viel von den firmeninternen Strukturen mitbekommen und mich sehr gut aufgehoben gefühlt. Inhaltlich habe ich an mehreren Projekten mitgewirkt, hauptsächlich war dabei für mich die Berechnung der sogenannten Spätschadenreserve nach dem Handelsgesetzbuch für Pkw-Kaskoversicherungen. Ich habe außerdem ein Modell zur Gehaltsschätzung implementiert, einen internen Bericht der versicherungsmathematischen Funktion zu Zeichnungsrichtlinien mitverfasst, sowie kleinere Programmieraufgaben übernommen. Ein Arbeitszeugnis liegt bei, im Rahmen der Vollzeittätigkeit für den entsprechenden Zeitraum habe ich circa 500 Stunden gearbeitet.

### **Einleitung**

Die Allianz als Versicherer stellt Produkte meist auf Jahresbasis zur Verfügung. Ein Versicherungsschaden muss aber nicht zwangsweise sofort gemeldet werden oder überhaupt bekannt sein. Dennoch muss die Allianz über ausreichend Kapital verfügen, um auch im Nachhinein noch Schadensansprüche regulieren zu können, auch wenn der Kunde sich dabei auf einen Vertrag beruft, der gar nicht mehr aktiv ist. Es muss lediglich der Schaden eingetreten sein, während der Vertrag bestand. Auch kann sich die Abwicklung bestimmter Schäden über viele Jahre hinweg ziehen, wofür auch Kapital vorgehalten werden muss. Die Höhe der benötigten Rücklagen muss in der Gesamtheit geschätzt werden, was mit einer Reihe von mathematischen und versicherungstechnischen Herausforderungen einhergeht. Hinzu kommt, dass der Prozess der Reserveberechnung gesetzlich reguliert ist und

nachvollziehbar für bestimmte Kontrollinstanzen wie die Wirtschaftsprüfung oder die Bundesfinanzaufsicht gestaltet werden muss. Für die Reservebildung ist in der Allianz Versicherungs-AG das Aktuariat Reserving und versicherungsmathematische Funktion zuständig, wo ich mein Praktikum gemacht habe. In meinem Praktikum habe ich eine Reserve für Spätschäden nach dem Handelsgesetzbuch (HGB) mit aktuariellen Methoden geschätzt. Neben diesem Hauptprojekt habe ich auch an einem Nebenprojekt zur automatisierten Schadensschätzung gearbeitet, indem ich ein Modell zur individuellen Gehaltsschätzung entwickelt und verbessert habe. Ich habe außerdem einige Programmieraufgaben, die im Rahmen der Datenverwaltung und Datenvisualisierung anfallen, übernommen.

### **Gesetzliche Vorschriften.**

In den gesetzlichen Vorschriften gibt es zwei wesentlich unterschiedliche Ansätze. Der deutsche Ansatz nach HGB beruht auf dem Vorsichtsprinzip und dem Einzelbewertungsprinzip. Es muss also für jeden einzelnen gemeldeten Schaden eine individuelle Reserve für einen Worst-case Verlauf des Schadens erstellt werden. Da selbstverständlich nicht in allen Schäden dieser Worst-case eintreten wird, liegt die HGB-Reserve tendenziell zu hoch. Der zweite, internationale Ansatz nach den International Financial Reporting Standards (IFRS) wirft diese Prinzipien über Bord und verwendet stattdessen Gruppenbewertungen für Sparten und geht von einem durchschnittlichen Schadensverlauf aus. Deshalb spricht man im Zusammenhang mit IFRS auch von einem Best-estimate. Auf diesen kommt dann aber auch noch ein Sicherheitszuschlag hinzu. Schlussendlich verlangt der Gesetzgeber aber, dass für jedes Geschäftsjahr die Rücklagen nach beiden Vorschriften berechnet und in der Bilanz ausgewiesen werden.

Aufgrund des Einzelbewertungsprinzips beim HGB eignen sich hier keine aktuariellen Schätzmethoden; die Reserve jedes einzelnen Schadens muss von der Sachbearbeiterin oder dem Sachbearbeiter bei Meldung des Schadens geschätzt werden. Eine Ausnahme davon stellt lediglich die Spätschadenreserve nach HGB dar. Sonst werden die aktuariellen Schätzmethoden hauptsächlich auf die IFRS Reserve angewandt.

**Aktuarielle Schätzmethoden.**

Die üblichen aktuariellen Schätzmethoden beruhen auf der Schätzung zukünftiger Schadensstände anhand der bekannten vergangenen Schadensstände. Dazu werden die Daten in sogenannten Schadensdreiecken organisiert, wobei auf der einen Achse die Schadeneintrittsjahre vermerkt sind und auf der anderen Achse die Abwicklungsjahre.

	Schadens 0	1	2	3	4	5
dreieck in GE						
2016	200	250	270	275	276	276
2017	210	260	276	279	280	
2018	205	270	285	290		
2019	240	295	310			
2020	230	285				
2021	235					

*Tabelle 1*

In Tabelle 1 sind die kumulativen Schadensstände dargestellt. So sind (wie oben links zu sehen) 200 Geldeinheiten (GE) an Schäden in 2016 entstanden, die im gleichen Jahr schon abgewickelt, d.h. ausbezahlt wurden. Zusätzliche 50 GE sind in 2016 entstanden, wurden aber erst ein Jahr später abgewickelt, d.h. der Schadensstand 2016 (erstes Abwicklungsjahr) betrug 250 GE, wie in der zweiten Zelle zu sehen. Vom vierten zum fünften Abwicklungsjahr sind für das Schadenjahr 2016 keine Schäden hinzugekommen. So wird das Dreieck für alle Schadenjahre aufgebaut, wobei z.B. für das Jahr 2019 nur zwei Abwicklungsjahre zu sehen sind, da nur Daten bis einschließlich 2021 bekannt sind.

In der Praxis werden für jede Sparte oder jede Line of Business (LoB) solche einzelnen Dreiecke betrachtet, da sich die Daten von LoB zu LoB sehr unterschiedlich verhalten.

*Chain-Ladder-Verfahren.*

Das Chain-Ladder-Verfahren ist sicherlich das prominenteste multiplikative Verfahren. Es wird nun anhand von obigen Daten (s. Tabelle 1) versucht vorherzusagen, wie sich die Ultimates (Schadensstand zu Abwicklungsjahr Fünf) der einzelnen Schadenjahre entwickeln werden. Diese geben an, wie viel noch an Auszahlungen für die entsprechenden Schadenjahre zu erwarten ist, woraus dann die Reserve berechnet wird. Für das Schadenjahr 2016 gehen wir zunächst davon aus, dass keine weiteren Auszahlungen hinzukommen, bzw. generell, dass nicht mehr als fünf Abwicklungsjahre betrachtet werden müssen. Betrachten wir nun das Jahr 2021. Für den Übergang vom nullten zum ersten Abwicklungsjahr haben wir viele Daten aus den Vorjahren. Wir bestimmen jeweils das Verhältnis der Schadensstände in den Abwicklungsjahren Null und Eins, so zum Beispiel für das Schadensjahr 2016:

$$Faktor = \frac{250 \text{ GE}}{200 \text{ GE}} = 1,25.$$

Wir gehen nun davon aus, dass es für 2021 einen ähnlichen Faktor geben wird. Für bessere Ergebnisse können wir die Daten aus den anderen Jahren miteinbeziehen, indem wir zunächst jeden Faktor ermitteln und dann das arithmetische Mittel aus ihnen bilden:

$$gemittelterFaktor = \frac{1,250 + 1,238 + 1,317 + 1,229 + 1,239}{5} \approx 1,255$$

Nun wenden wir diesen Faktor auf unsere Basis 235 GE an, um den Schadenstand zum ersten Abwicklungsjahr auf 294,9 GE zu schätzen. Auf gleiche Weise verfahren wir mit allen anderen freien Feldern, um schlussendlich ein vervollständigtes Dreieck zu erhalten:

	Schadens 0	1	2	3	4	5
dreieck in GE						
2016	200	250	270	275	276	276
2017	210	260	276	279	280	280
2018	205	270	285	290	291,0	291,0
2019	240	295	310	314,8	316,0	316,0
2020	230	285	302,7	307,4	308,5	308,5
2021	235	294,9	313,1	318,0	319,2	319,2

**Tabelle 2**

Die Reserve für die einzelnen Schadenjahre ergibt sich nun aus der Differenz aus dem Ultimate und den bereits gezahlten Beträgen. Insgesamt beträgt die Reserve für die Schadensjahre 2016-2021 also:

$$0,0 \text{ GE} + 1,0 \text{ GE} + 6,0 \text{ GE} + 23,5 \text{ GE} + 84,2 \text{ GE} = 114,7 \text{ GE}.$$

Dies beruht nun aber auf der Annahme, dass es nach dem fünften Abwicklungsjahr keine relevanten Veränderungen mehr gibt. Möchte man auch darüber hinaus noch Schätzungen machen, was bei den obigen Daten sicherlich nicht notwendig wäre, aber bei

einer längerfristigen LoB wie zum Beispiel der Kfz-Haftpflicht Versicherung relevant sein könnte, kann man sich die berechneten Faktoren für jedes Abwicklungsjahr anschauen und diese interpolieren, d.h. eine Funktion durch die Werte legen. Es ergibt sich ein sogenannter Tail, der als letzter Faktor noch aufmultipliziert wird.

Weiterhin kann man in praktischer Anwendung die Genauigkeit erhöhen, indem man zum Beispiel keine Großschäden betrachtet, die die Daten oft verzerren. Für die Großschäden wird dann von Sachbearbeitern eine individuelle Reserve gestellt, die am Ende wieder mit einberechnet wird. Ähnlich kann man mit Naturereignissen verfahren, die sehr viele durchschnittliche Schäden zu gleicher Zeit verursachen.

Die Schwächen des Chain-Ladder-Verfahrens sind insbesondere in den aktuellen Berechnungsjahren zu finden, da nur sehr wenige (bzw. nur ein) Datenpunkte zum Aufsetzen der Rechnung verwendet werden, die aufgrund der Multiplikativität des Verfahrens einen großen Einfluss auf die schlussendliche Reserve haben.

Wichtig ist es hierbei festzuhalten, dass es sich um eine Best-estimate Schätzung handelt, in der kein Sicherheitspuffer einberechnet ist. Es kann also gut sein, dass die Reserve nicht ausreicht. Für einen (gesetzlich vorgeschriebenen) Sicherheitspuffer berechnet man Quantile, also eine Reserve, bei der davon auszugehen ist, dass sie zu einer bestimmten Wahrscheinlichkeit ausreicht. So wird meist das 99,5 % Quantil verwendet, d.h. dass die Reserve in 199 von 200 Jahren ausreichend ist. Da aber die Allianz, wie auch die meisten größeren Versicherer, über die gesetzlich vorgeschriebenen Reserven hinausgehend über Kapital verfügt, ist von einer weitaus höheren Sicherheit auszugehen. Die Quantile können mithilfe der Bootstrapping Methode berechnet werden. Diese beruht darauf Residuen, also Abweichungen aus den vergangenen Jahren, zu berechnen und randomisiert auf die neuen Hochschätzungen aufzuaddieren. Dabei entstehen viele (weit über 1000) Szenarien, von

denen die ungünstigsten 0,5 % das 200-jahres-Ereignis darstellen. Die technische Implementierung der Methode ist sehr anspruchsvoll, weshalb ich dies hier nicht weiter ausführen werde.

### **Spätschadenreserve nach HGB.**

Ein Spätschaden ist definiert als Schaden, der in einer anderen Periode gemeldet wird, als er entstanden ist. Ein typisches Beispiel dafür ist ein Autounfall im Skiurlaub in der Weihnachtszeit, der ein paar Wochen später gemeldet wird und damit in die nächste Periode fällt. Ein etwas exotischeres Beispiel wäre eine Brücke, die von den verantwortlichen Ingenieuren von Anfang an fehlkonstruiert war, dennoch fünf Jahre hielt, danach aber einstürzte und in Nachanalysen auffällt, dass es sich um einen groben Konstruktionsfehler handelte. Die Haftpflichtversicherung des Ingenieurbüros muss für diesen Schaden auch aufkommen, wenn gar kein Versicherungsvertrag mehr besteht. Nach HGB werden eigentlich nur Einzelreserven gestellt, jedoch kann für einen unbekanntem Spätschaden keine Einzelreserve gestellt werden. Für diesen Fall sieht der Gesetzgeber doch eine Gruppenbewertung vor und eine Schätzung der Spätschäden mit aktuariellen Methoden. Das habe ich im Rahmen meines Praktikums mithilfe des Chain-Ladder-Verfahrens, wie oben erklärt, umgesetzt. Dabei werden dann aber die Schäden, die im aktuellen Geschäftsjahr bekannt werden, herausgerechnet, da für diese bereits eine Sachbearbeiterreserve vorliegt.

### **Gehaltsmodell.**

Wenn ein Schaden zuerst gemeldet wird, so wird dieser sofort von der Sachbearbeiterin oder dem Sachbearbeiter angelegt und mit allen bekannten Details sowie einer HGB-Reserve versehen. Für diese HGB-Reserve liefert das System der Allianz immer bereits eine Schätzung anhand der vorhandenen Details. Die Sachbearbeiter können diesen Vorschlag annehmen, jedoch auch beliebig eine andere Reserve wählen. Im Folgenden soll es



um die Berechnung dieses Vorschlages bei Personenschäden in KfZ-Haftpflichtversicherungen gehen. Es ist davon auszugehen, dass bei Personenschäden das Gehalt der verletzten Person einen wesentlichen Einfluss auf die Schadenhöhe hat, da bei ggf. vorübergehender Berufsunfähigkeit der Versicherer das Gehalt übernehmen muss. Ich habe mich im Rahmen meines Praktikums also mit einer Zwischenanalyse beschäftigt, nämlich der Gehaltsschätzung der verletzten Person, die dann weiter für die Reserveschätzung verwendet wird.

Das Gehalt ist jedoch unmöglich akkurat zu schätzen, da für die verletzte Person, die nicht mit dem Versicherungsnehmer bei der Allianz übereinstimmt, meist nur sehr rudimentäre Daten wie Alter, Geschlecht, Wohnort und in manchen Fällen der Familienstand bekannt sind. Dennoch haben diese Parameter statistische Signifikanz, was aus meinen Betrachtungen hervorgeht. Beim Wohnort habe ich auf statistische Daten für das Durchschnittseinkommen der Gemeinden zugegriffen, da kein direkt quantifizierbarer Zusammenhang zur Postleitzahl besteht. Ich habe anhand vorhandener Daten der Allianz ein generalisiertes lineares Modell (GLM) aufgestellt. Das heißt:

$$f(\text{Gehalt}) \sim \text{Alter} + \text{Geschlecht} + \text{Durchschnittseinkommen} + \text{Familienstand}$$

Dabei sind Geschlecht und Familienstand (ledig/verheiratet) als 0-1-Variable codiert. Ich habe  $f = \log$  gewählt, wie es meist für Gehaltsmodelle gemacht wird. Die linearen Konstanten werden nun mithilfe von Software (ich habe z.B. die Sprache R verwendet) über lineare Regression bestimmt.

Die in R inkludierten statistischen Methoden bestätigten zwar die Signifikanz der Parameter, dennoch ist das Modell sehr eingeschränkt dadurch, dass nur lineare Zusammenhänge betrachtet werden. Eine Möglichkeit, nichtlineare Zusammenhänge und insbesondere die Kovarianzen der Parameter zu berücksichtigen ist, weitere Datensätze, wie

$Alter^2$  oder  $Alter \cdot Geschlecht$ , einzuführen. So werden lineare Zusammenhänge zum Quadrat des Alters berücksichtigt, was mit dem linearen Zusammenhang insgesamt einen quadratischen Zusammenhang ermöglicht. Insbesondere die Einführung des Parameters  $Alter \cdot Geschlecht$  hat sich als sinnvoll erwiesen, da der Gehalt bei Männern stark vom Alter anhängig ist, während es bei Frauen nur einen schwächeren Zusammenhang gibt.

Durch die Betrachtung solcher Kovarianzen konnte ich das Modell zwar verbessern, schlussendlich ist es jedoch nicht geeignet, um eine akkurate Gehaltsvorhersage zu machen. Das Modell spiegelt aber den statistisch signifikanten Einfluss der gegebenen Parameter wider. Für weitergehende Aussagen müssten spezifische Daten, wie z.B. der Beruf, mit einbezogen werden.

### **Fazit.**

Ein Praktikum kann ich nur jeder Mathematikerin und jedem Mathematiker empfehlen, der so wie ich vorhat, eine wissenschaftliche Karriere anzustreben, da man so noch einen ganz anderen Einblick in bestimmte Arbeitsweisen bekommt. Die Arbeit in der Wirtschaft baut zwar auf den im Studium gelernten Inhalten auf, die Herausforderungen sind jedoch auf anderer Ebene. Zum Beispiel gestaltet sich die technische Umsetzung eines Modells viel schwieriger als in der Theorie, da bestimmte Probleme in der IT oder den internen Berechtigungen und Zugriffen auftreten. Ich habe meine Zeit bei der Allianz dennoch sehr genossen und auch auf mathematischer Ebene viel dazugewonnen.