

**Forschungsprojekt:**  
**Bewertung von Rücklösungsverpflichtungen in der Münze Österreich AG**

**Astrid Bös, Walter S.A. Schwaiger**

Bereich Finanzwirtschaft und Controlling  
Institut für Managementwissenschaften  
Technische Universität Wien

**Abstract**

Die Münze Österreich AG ist gesetzlich verpflichtet im Umlauf befindliche Münzen zurückzunehmen und umzutauschen. Für die mit den damit verbundenen zukünftig erwarteten Rückläufen einhergehenden Kosten bildet die Münze Österreich aus kaufmännischer Vorsicht Rücklösungsverpflichtungen. Die zukünftig erwarteten Rückläufe können aufgrund von Gewährleistungsfällen sowie aufgrund von künftig möglichen Eventualitäten entstehen. Für die mit dem ersten Fall verbundenen Kosten werden Rückstellungen und für die mit dem zweiten Fall verbundenen Kosten werden Rücklagen berechnet.

Für die Bewertung der Rückstellungen und Rücklagen werden finanzwirtschaftliche Barwertmodelle verwendet, wobei die künftigen Kosten unter Verwendung von Modellen aus der Zuverlässigkeitstheorie und der Monte Carlo-Simulation berechnet werden. Zur Bewertung der Rückstellungen werden die zukünftig erwarteten Kosten über eine Weibull-Verteilung für die künftigen gewährleistungspflichtigen Münzrückläufe bestimmt, welche mit dem Expected Cash Flow-Barwertmodell abgezinst werden. Die Rücklagen werden berechnet, indem die zukünftig möglichen Eintritte von Risikoszenarien simuliert, die resultierenden Münzrückläufe sowie Kosten berechnet und die sich daraus ergebenden Kostenverteilungen für die verschiedenen Zeitpunkte mit dem pfadweisen Barwertansatz verbarwertet werden.

## 1. Einleitung

Durch die gesetzliche Verpflichtung des Umtausches von Scheidemünzen gemäß §8 Abs. 4, §10, §11 und §14 Scheidemünzengesetz bildet die Münze Österreich AG für die mit zukünftig erwarteten Rückläufen einhergehenden Kosten Rücklösungsverpflichtungen. Die Münze Österreich AG darf gemäß §3 Abs. 3 Scheidemünzengesetz nur für künftige erwartete Kosten in Verbindung mit Gewährleistungsfällen Rückstellungen bilden. Ihrer kaufmännischen Vorsicht folgend sorgt die Münze Österreich AG für Verpflichtungen, welche aufgrund von künftigen Eventualitäten entstehen, durch die Bildung von Rücklagen vor.

Im vorliegenden Forschungsprojekt geht es um die Bewertung der Gewährleistungsrückstellungen und Rücklösungsrücklagen, welche im Jahresabschluss der Münze Österreich AG ausgewiesen werden. Die Bewertung der Rückstellungen und Rücklagen erfordert Kompetenzen in Rechnungswesen, Finanzwirtschaft, Statistik sowie Monte Carlo Simulation. Das Rechnungswesen gibt den bilanziellen Bewertungskontext vor. Die Finanzwirtschaft steuert die zur Bewertung der künftigen Verpflichtungen benötigten Barwertmodelle bei. Die Statistik liefert die zur Berechnung der künftigen Kosten erforderlichen statistischen Modelle sowie die für die Berechnung benötigten Kalibrierungsmethoden, und die Monte Carlo Simulation liefert das Rechenwerk, in welchem sich die künftig unsicheren Kosten ermitteln und verbarwerten lassen.

Die mit den Gewährleistungsfällen verbundenen Kosten und den damit einhergehenden Gewährleistungsrückstellungen werden mit dem Expected Cash Flow-Barwertmodell (Schwaiger 2012, S. 79 f.) berechnet. Die erwarteten Gewährleistungsrückläufe, welche zu künftigen Kosten führen, werden mit der aus der Zuverlässigkeitstheorie stammenden Weibull-Verteilung modelliert. Die Weibull-Verteilung wird somit nicht nur im technischen Bereich zur Berechnung der Ausfallzeiten von Anlagen, sondern auch im wirtschaftlichen Bereich zur Berechnung der künftigen Gewährleistungsfälle (siehe Kleyner und Sandborn, 2005) eingesetzt.

Die mit den künftig möglichen Eventualitäten, welche seitens der Münze Österreich AG zur Rücknahme und zum Umtausch von größeren Mengen an Münzen führen, verbundenen Kosten und den damit einhergehenden Rücklösungsrücklagen werden mit dem pfadweisen Barwertmodell (Schwaiger 2012, S. 86 f.) ermittelt. Die Eventualitäten werden als korrelierte Risikoszenarien modelliert und mittels der Monte Carlo Simulation (siehe Glassermann, 2003) werden die pfadweisen Eintrittszeitpunkte der Szenarien generiert. Aus den Eintrittszeitpunkten werden die pfadweisen Rückläufe, die damit verbundenen pfadweisen Kosten

sowie die pfadweisen Barwerte berechnet. Zur Bewertung der Rücklösungsrücklagen werden aus der Verteilung der pfadweisen Barwerte die Quantilswerte verwendet.

In den nachfolgenden Kapiteln werden zunächst die finanzwirtschaftlichen Modelle zur Berechnung der Rücklösungsverpflichtungen vorgestellt, gefolgt von der Kalibrierung der Modelle, den Resultaten und einer Zusammenfassung.

## 2. Bewertungsmethodik

### 2.1. Gewährleistungsrückstellungs-Modell

Mithilfe des Expected Cash Flow-Barwertmodells wird die Gewährleistungsrückstellung für die von der Münze Österreich AG emittierten Münzen bewertet, indem die künftig erwarteten Kosten, welche mit Gewährleistungsfällen verbunden sind, abgezinst werden. Die Modellierung der Gewährleistungsrückstellungen basiert auf Annahme einer Weibull-Verteilung (siehe Hall und Strutt, 2003 und Kleyner und Sandborn, 2005) für die gewährleistungsbezogenen Rücklaufzinsen ( $r_{t,M}$ ) in den künftigen Perioden ( $t$ ) für die verschiedenen Münzen ( $M$ ).

Die für die Münze  $M$  zu bildende Gewährleistungsrückstellung ( $RST_M$ ) zum Bewertungszeitpunkt  $t$  ( $\mathbb{E}[\tilde{K}_{t,M}|s_\tau]$ ) ist der Barwert der mit den erwarteten Rückläufen verbundenen Kosten, wobei die erwarteten Kosten mit den fristigkeitskonformen Diskontierungsfaktoren ( $d_t$ ) abgezinst werden.

$$\mathbb{E}[\tilde{RST}_M|s_\tau] = \sum_t \mathbb{E}[\tilde{K}_{t,M}|s_\tau] \cdot d_t$$

Die mit den erwarteten Rückläufen verbundenen Kosten zum Zeitpunkt  $t$  berechnen sich durch Multiplikation der erwarteten Rückläufe ( $\mathbb{E}[\tilde{R}_{t,M}|s_\tau]$ ) mit den Rücklaufbearbeitungskosten ( $RK_M$ ).

$$\mathbb{E}[\tilde{K}_{t,M}|s_\tau] = \mathbb{E}[\tilde{R}_{t,M}|s_\tau] \cdot RK_M$$

Die verwendete Weibull-Verteilung ist auf den EUR-Einführungszeitpunkt ( $s_0$ ) Anfang des Jahres 2002 bedingt. Die Berechnungen der Gewährleistungsrückstellungen bezieht sich im Zeitablauf auf sukzessiv spätere Bewertungsstichtage ( $s_\tau$ ). Die am Bewertungsstichtag für die künftigen Perioden erwarteten Rückläufe berechnen sich durch Multiplikation des rücklösbaaren Münzumsatzes ( $U_{t,M}$ ) mit dem prozentualen Rücklösungsanteilen für die Periode  $t$ , wobei die Anteile jeweils über die Differenz der Weibull-Verteilungsfunktion zu den Zeitpunkten  $t + 1$  ( $F(\tau + t + 1|s_0)$ ) und  $t$  ( $F(\tau + t|s_0)$ ) berechnet werden. Zumal der Startzeitpunkt für das Gewährleistungsrückstellungsmodell die EUR-Einführung am 1.1.2002 ist, werden die zum Zeitpunkt der Folgebewertung künftig erwarteten Rückläufe berechnet, indem die auf

den EUR-Einführungszeitpunkt bedingte Weibull-Verteilung ( $F(\cdot | s_0)$ ) zum Folgebewertungszeitpunkt und den nachfolgenden Zeitpunkten ausgewertet wird. Durch die Auswertung der  $s_0$ -bedingten Weibull-Verteilung an sukzessiv höheren Auswertungsstellen im Zeitablauf, wird die Alterung der emittierten Münzen berücksichtigt, welche durch das sukzessive Näherücken der um den Median liegenden größeren Rückläufe entsteht.

## 2.2. Rücklösungsrücklagen-Modell

Mithilfe des pfadweisen Barwertmodells werden die mit künftigen möglichen Eventualitäten verbundenen Kosten und somit die Rücklösungsrücklagen im Rahmen einer Simulationsanalyse ermittelt. Die Eventualitäten werden in Form von vier, miteinander korrelierten Risikoszenarien spezifiziert, welche exponentialverteilte Eintrittszeitpunkte und unterschiedlich eintrittsbedingte Wirkungsdauern haben.

Die zur Berechnung der Kosten auf den einzelnen Pfaden benötigten Eintrittszeitpunkte werden mittels der Monte Carlo-Simulation generiert. Die zwischen den Zufallsvariablen, welche mit der Inversionsmethode in Eintrittszeitpunkte der Szenarien transformiert werden, vorherrschende Korrelationsstruktur wird anhand der aus der Korrelationsmatrix gebildeten Cholesky-Matrix (siehe Genest et al., 2009) umgesetzt.

Die auf dem  $k$ -ten Simulationslauf für die Szenarien  $i \in \{1, \dots, I\}$  realisierten Eintrittszeitpunkte ( $\tau_{i,k}$ ) üben während ihrer szenariospezifischen Wirkungsdauer ( $WD_i$ ) einen über die münzspezifische Reduktionsraten ( $r_{i,M}$ ) spezifizierten Effekt auf die Münzumläufe ( $U_{t-1,M,k}$ ) aus. Der Münzumlauf zum Bewertungsstichtag ( $U_{0,M,k}$ ) berücksichtigt die im Umlauf befindlichen Münzen.

Die gemeinsame Wirkung der verschiedenen Risikoszenarien auf die einzelnen Münzen wird anhand der Indikatorfunktion ( $\mathbb{I}_{\{\dots\}}$ ) dargestellt. Die Indikatorfunktion nimmt den Wert 1 an, wenn im  $k$ -ten Simulationslauf das Szenario eintritt und der Wert 1 wird über die gesamte Wirkungsdauer beibehalten. Das eingetretene Szenario übt somit über die gesamte Wirkungsdauer einen jährlichen Effekt in Höhe der Rücklauftrate auf den Münzumlauf aus. Über die Summe der Indikatorfunktionen werden die Wirkungen der verschiedenen Szenarien in ihrer Gesamtheit erfasst.

$$U_{t,M,k} = U_{t-1,M,k} \cdot \left( 1 - \sum_i \left( \mathbb{I}_{\{t \in [\tau_{i,k}; \tau_{i,k} + WD_i]\}} \cdot r_{i,M} \right) \right)$$

Die für die Münze M im  $k$ -ten Simulationslauf anfallenden Kosten zum Zeitpunkt  $t$  berechnen sich aus der Multiplikation des Münzurücklaufs in der Periode  $t$ , welche sich aus der Differenz des Münzumlaufs zwischen den Zeitpunkten  $t - 1$  und  $t$  ergibt, und den münzspezifi-

schen Rücklaufbearbeitungskosten. Die auf dem Simulationslauf zu bildende Rücklösungsrücklage ( $RL_{M,k}$ ) ist der Barwert der künftigen Kosten, wobei die auf dem Simulationslauf anfallenden Kosten mit den fristigkeitskonformen Diskontierungsfaktoren ( $d_t$ ) abgezinst werden.

Im Rahmen der Monte Carlo-Simulation wird über die Gesamtheit der Simulationsläufe die Verteilungsfunktion der Rücklösungsrücklagen generiert. Aus dieser pfadweisen Barwertverteilung lassen sich neben dem Mittelwert auch die Quantilswerte bestimmen, welche zur Bewertung der Rücklösungsrücklagen herangezogen werden.

### **3. Datenbasis**

Zur Kalibrierung des Gewährleistungsrückstellungsmodells werden neben einer Expertenschätzung des Medians der Lebensdauer einer Münze auch die historischen Rückläufe der verschiedenen Münzen herangezogen. Die Parameter der Weibullverteilung (siehe Jiang und Murthy, 2011) werden für die verschiedenen Münzen mithilfe der Expertenschätzung und der historischen Rückläufe anhand einer linearen Regression geschätzt. Zu diesem Zweck wird die Weibull-Verteilungsfunktion zweimal logarithmiert. Die sich ergebende Gleichung besitzt eine lineare Form und mit ihr werden die Parameter der Weibull-Verteilung aus den historischen Rückläufen mit einer Kleinstquadrateschätzung ermittelt.

Die grundsätzlichen Parameter (Eintrittszeitpunkt, Eintrittswahrscheinlichkeit, Wirkungsdauer, Rücklaufzeiten) für das Rücklösungsrücklagenmodell wurden in einer Expertenrunde festgelegt. Die Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Szenarien werden über die Exponentialverteilungsfunktion direkt in die jeweiligen Eintrittsraten umgerechnet, welche sodann in der Monte Carlo-Simulation zur Bestimmung der Eintrittszeitpunkte verwendet werden. Konkret werden die Eintrittsraten bestimmt, indem die Verteilungsfunktion der Exponentialverteilung gleich der vorgegebenen Wahrscheinlichkeit gesetzt und die sich ergebende Gleichung nach der Eintrittsrate aufgelöst wird.

### **4. Resultate**

Die Ergebnisse der Berechnungen der Gewährleistungsrückstellungen sowie der Rücklösungsrücklagen bilden die Grundlage für die in dem Jahresabschluss unter Sonstige Rückstellungen und Rücklösungsrücklage ausgewiesenen Verpflichtungen (Tabelle 1).

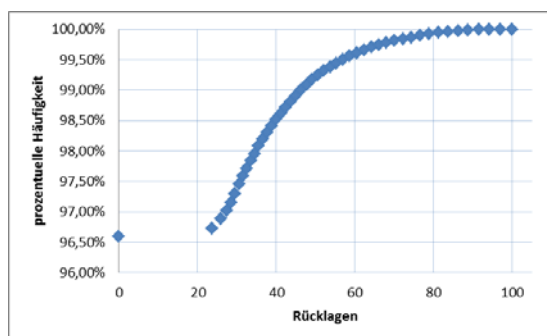
**Tabelle 1:** Bilanzauszug der Münze Österreich AG  
(Quelle: Geschäftsbericht 2014, Münze Österreich AG)

<b>EIGENKAPITAL</b>	
<b>Grundkapital</b>	0,55%
<b>Kapitalrücklagen</b>	11,27%
<b>Gewinnrücklagen</b>	
Freie Rücklage	1,29%
Rücklösungsrücklage	37,07%
	38,36%
<b>Bilanzgewinn</b>	1,89%
	52,07%
<b>RÜCKSTELLUNGEN</b>	
Rückstellungen für Abfertigungen	0,51%
Steuerrückstellungen	0,29%
<i>Sonstige Rückstellungen</i>	3,56%
	4,36%
<b>VERBINDLICHKEITEN</b>	
	43,57%
	100,00%

Die im Rücklösungsrücklagenmodell verwendeten Risikoszenarien mit geringen Eintrittswahrscheinlichkeiten zeigen eine interessante Wirkung im Portfoliokontext mit allen Risikoszenarien (siehe Mitnik und Yener, 2009).

Abbildung 1 zeigt ein hypothetisches Risikoszenario, welches mangels Eintritt bis zum 96,5%-Quantil einen Wert von Null hat. Wenn dieses Szenario aber Eintritt, dann zeigt es eine große Wirkung. Die interessante Wirkung im Portfoliokontext bezieht sich auf die Diversifikationseffekte.

**Abbildung 1:** Quantile eines Risikoszenarios mit geringer Eintrittswahrscheinlichkeit



Die anhand der Korrelationen zwischen den Risikoszenarien spezifizierte Korrelationsmatrix führt grundsätzlich zu Diversifikationseffekten, der zufolge die über alle Szenarien ausgewiesenen Rücklagen kleiner als die Summe der szenariospezifischen Rücklagen sind.

Derartige Diversifikationseffekte liegen beim 99%-Quantil der Barwertverteilung über alle Risikoszenarien auch vor. Beim 95%-Quantil liegt hingegen ein davon abweichendes Ergebnis vor. Der Grund liegt in den selten eintretenden Risikoszenarien. Sie treten zwar selbst auf dem 95%-Quantil nicht ein. Im Rahmen der Monte Carlo-Simulation können sie aber gemeinsam mit den anderen Szenarien eintreten, sodass diese auf das 95%-Quantil über alle Risiko-

szenarien Wirkung zeigen und die auf diesem Quantil gesamthaft gemessene Rücklage größer als die Summe der szenariospezifischen Rücklagen ist.

## **5. Zusammenfassung**

In diesem Forschungsprojekt wird das sich im Rahmen der Jahresabschlusserstellung stellende Problem der Bewertung von Gewährleistungsrückstellungen und Rücklösungsrücklagen adressiert. Zur Lösung dieser rechnungslegungsbezogenen Bewertungsprobleme werden Modelle der Zuverlässigkeitstheorie, der Statistik, der Monte Carlo-Simulation und der Finanzwirtschaft benötigt. Die zur Bewertung benötigten Fähigkeiten sind sehr vielfältig. Die Durchführung erfordert eine gut abgestimmte Teamarbeit, wobei die einzelnen Teammitglieder unterschiedliche wirtschaftliche, mathematisch-statistische und programmiertechnische Kompetenzen einbringen und Aufgaben erledigen.

Die Vermittlung derart umfassender Kompetenzen ist das Ziel der Ausbildung der Studienrichtungen mit wirtschaftlicher Ausrichtung an der TU Wien. Insbesondere in den Studienrichtungen Wirtschaftsingenieurwesen und Wirtschaftsinformatik wird in den verschiedenen Lehrmodulen des Bachelor- und Masterstudien genau eine derart umfassende Kompetenz vermittelt. Die Lösung des Bewertungsproblems von Gewährleistungsrückstellungen und Rücklösungsrücklagen in der Münze Österreich AG ist ein interessanter Anwendungsfall. Die Anwendungsmöglichkeiten dieser Methodenkompetenzen sind aber keinesfalls darauf beschränkt. In den verschiedenen Produktions-, Handels-, Versorger- und Dienstleistungsunternehmen stellen sich analoge Probleme insbesondere im Zusammenhang mit gesetzlichen Gewährleistungs- und Haftungsanforderungen, zu deren Lösung ebenfalls ein derartiger Kompetenzen-Mix benötigt wird.

## **Literatur**

- Genest, C., M. Gendron and M. Bourdeau-Brien, 2009. The advent of copulas in finance. *The European Journal of Finance* 15.7-8: 609-618.
- Glasserman, P., 2003. Monte Carlo methods in financial engineering. Vol. 53. *Springer Science & Business Media*
- Hall, P. L. and J.E. Strutt, 2003. Probabilistic physics-of-failure models for component reliabilities using Monte Carlo simulation and Weibull analysis: a parametric study. *Reliability Engineering and System Safety* 80.3: 233-242.
- Jamshidian, F. and Y. Zhu, 1996. Scenario simulation: Theory and methodology. *Finance and stochastics* 1.1: 43-67
- Jiang, R. and D.N.P. Murthy, 2011. A study of Weibull shape parameter: properties and significance. *Reliability Engineering and System Safety* 96.12: 1619-1626

- Kleyner, A. and P. Sandborn, 2005. A warranty forecasting model based on piecewise statistical distributions and stochastic simulation. *Reliability Engineering and System Safety*, 88: 207-214
- Mitnik, S. and T. Yener, 2009. Estimating operational risk capital for correlated, rare events. *Journal of Operational Risk* 4.4: 29-51
- Münze Österreich AG, 2014. Geschäftsbericht  
<https://www.muenzeoesterreich.at/download/geschaeftsberichte>, abgerufen am: 14.07.2015
- Bundesgesetz über die Ausprägung und Ausgabe von Scheidemünzen, abgekürzt Scheidemünzengesetz 1988, BGB1 1988/597 idF BGB1 I 2014/40
- Schwaiger, W., 2012. IFRS-Finanzmanagement: Investition und Finanzierung. *TU Wien*