upDATE 22 Hybrid

Neues Marktrisikomodell für die ökonomische Risikotragfähigkeit

19.05 2022

Jan-Christoph Hebig & Dr. Jan Patrick Hartkopf
parcIT GmbH

parcIT

Neues Marktrisikomodell für die ökonomische Risikotragfähigkeit
In aller Kürze

Anforderungen ökonomische RTF	Portfoliospezifische Betrachtung des Barwertverlustes auf einem 99,9 % Konfidenzniveau (Value-at-Risk) ist gefordert.
Ausgangspunkt: historische Simulation zur VaR-Modellierung	Die VaR-Modellierung erfolgt häufig über eine Simulation der P&L-Verteilung auf Basis historischer Daten.
Hauptkritikpunkt an der historischen Simulation	Eine Betrachtung unabhängiger 250-tägiger Szenarien ist nicht möglich. Überlappende Szenarien führen zu Verzerrungen der P&L-Verteilung.
Neues Modell: angemessene Szenario-Generierung	Analyse und Beschreibung der Betrachtung von 1-tägigen historischen Szenarien.
Neues Modell: Resampling-Ansatz zur Skalierung der Performances	Die 1-tägigen historischen Performances werden mittels Resampling (Ziehen mit Zurücklegen) auf den 250-tägigen Risikohorizont für die RTF skaliert.

© parcIT GmbH

Neues Marktrisikomodell für die ökonomische Risikotragfähigkeit
Regulatorische Anforderungen und Zielsetzung

Ziel: Umsetzung der ökonomischen RTF-Perspektive gemäß BaFin-Leitfaden vom Mai 2018

- ✓ Mit Veröffentlichung des RTF-Leitfadens 2018 wurde den Instituten eine Übergangsfrist eingeräumt, während der noch die Going-Concern-Ansätze alter Prägung („Annex-Ansatz“) akzeptiert werden.
- ✓ Diese Frist endet nun mit der Meldung für den 31.12.2022
  gemäß Klarstellung der Aufsicht im Fachgremium MaRisk vom 02.09.2021.
- ✓ Neues Marktrisikomodell soll die vollständige Umstellung auf die ökonomische RTF-Perspektive ermöglichen.

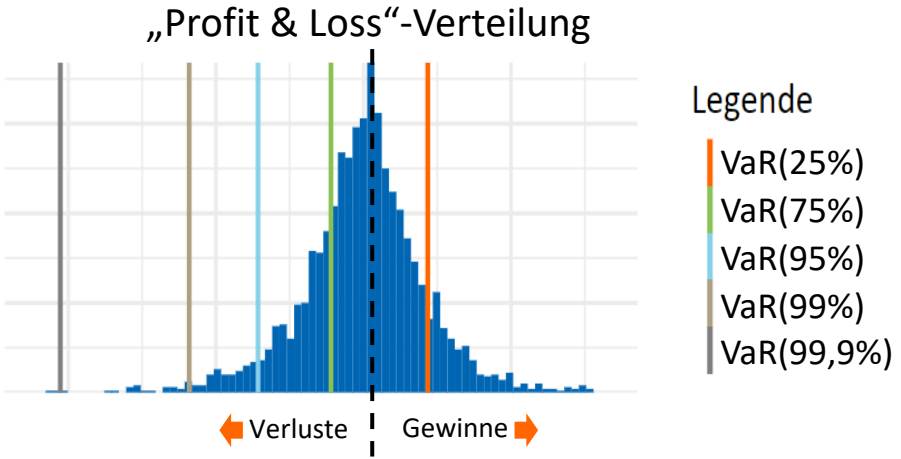
Wesentliche methodische Herausforderungen:

- ✓ Angestrebtes Konservativitätsniveau von **99,9% bei einem einjährigen Risikobetrachtungshorizont**
  → Modellierungsbedarf aufgrund eingeschränkter Verfügbarkeit (repräsentativer) historischer Daten
- ✓ Wahl und Begründung eines historischen Zeitraums als **Datengrundlage für die Modellkalibrierung**
  → Abwägung zwischen Modellstabilität und Repräsentativität der Daten für die aktuelle Situation
- ✓ Relevanz für die operative Risikosteuerung im Sinne von **Steuerungsimpulsen**
  → Risikogröße soll auf aktuelle Marktentwicklungen reagieren bei gleichzeitiger Vermeidung zu starker prozyklischer Effekte

© parcIT GmbH

Zum Einstieg: Was ist der Value-at-Risk?
Value-at-Risk (VaR) als Quantil der P&L-Verteilung

- Der Value-at-Risk (VaR) definiert sich als das Quantil der „Profit & Loss“-Verteilung (P&L).
- Die P&L-Verteilung ist die Wahrscheinlichkeitsverteilung über alle positiven und negativen Barwert-änderungen, die einem Portfolio über einen definierten Horizont widerfahren können.
- Für die Berechnung der ökonomischen RTF benötigen wir den 99,9%-VaR über einen Risikohorizont von 250 Handels-tagen (1 Jahr) für das jeweilige Portfolio.



- **Herausforderung:** Die „wahre“ P&L-Verteilung ist nicht bekannt. Eine geeignete Approximation ist erforderlich.
- **Ansatz:** VaR-Modelle simulieren Wertentwicklungen eines Portfolios über ein zugrundeliegendes statistisches Modell für die jeweiligen Risikotreiber.

© parcIT GmbH

P&L-Verteilung simulieren mit dem Value-at-Risk-Modell

Allgemeine modularisierte Sicht auf ein Value-at-Risk-Modell

Value-at-Risk Modell

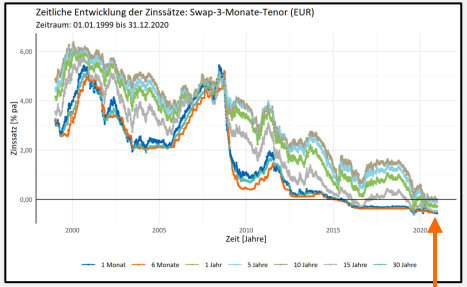
Modul 1 Risikofaktoren & Zeitreihen	Modul 2 Szenario-Generierung	Modul 3 Bewertung unter Szenarien	Modul 4 Aggregation & Skalierung
✓ Identifizieren relevanter Risikofaktoren bzw. Risikotreiber ✓ Repräsentativität von Zeitreihen(-länge) für die ökonomische RTF	✓ Ableitung von (gemeinsamen) Risikoszenarien (d.h. Risikofaktor-änderungen) aus einem statistischen Modell	✓ Diskontierung und Optionsbewertung des Portfolios zur Ermittlung der P&L-Verteilung	✓ VaR-Ermittlung, z.B. durch Bestimmung des empirischen Quantils oder mittels Skalierung ✓ Ggf. Haltedauer-skalierung

© parcIT GmbH

P&L-Verteilung simulieren mit dem Value-at-Risk-Modell

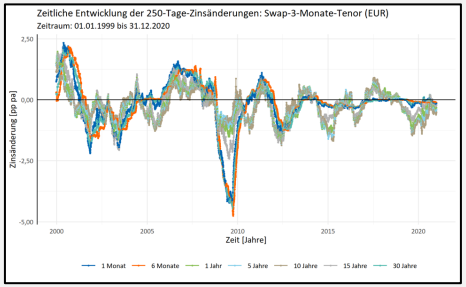
Fokus auf die Modellklasse der Historischen Simulation (Zins/Zinsvolatilität)

Identifikation der Risikofaktoren:



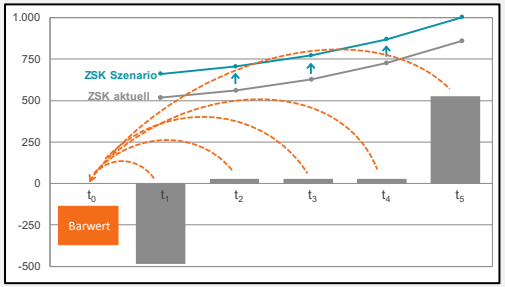
„heute“

Bestimmen von historischen Szenarien durch Differenzenbildung:



„alle historischen Zinsänderungen“

Verbarwertung unter den historischen Szenarien:



$$\sum Cashflow(t) * SzenarioZAF(t)$$

P&L

- ✓ Die Historische Simulation bestimmt die Risikofaktorszenarien durch Differenzenbildung der Zinskurve (→ Zinsänderungen).
- ✓ Diese Zinsdifferenzen werden dann (gemeinsam für die gesamte Zinsstruktur) auf die Zinskurve des aktuellen Stichtags („heute“) durch Addition aufgeschlagen und **simulieren** so **zukünftige Zinsentwicklungen**.
- ✓ Durch Verbarwertung der Geschäftsmenge unter allen Szenarien wird die P&L-Verteilung bestimmt.
- ✓ Da historische Szenarien oft „sprunghaft“ sind, kann es zu instabilen Approximationen an die „wahre“ P&L kommen.

© parcIT GmbH

Marktrisikomodell – wo kommen wir her?

Klassische Historische Simulation basierend auf bestehender Softwareumsetzung

Klassische Historische Simulation

✓ **Risikofaktoren & Zeitreihen:**
- Zinskurven, Zinsvolatiliäten
- Historische Daten ohne Vorbehandlung
- Maximale Historie (teilw. zurück bis 1999)

✓ **Szenario-Generierung:**
- Historische Simulation
- 250-tägige Szenarien (überlappend)
- Ggf. zusätzlich Spiegelung der Szenarien

!

✓ **Bewertung unter Szenarien:**
- Dispositionshorizont: T0 = 0 Tage → ad-hoc Szenarien
- Berechnung 250-tägige Barwertänderungen

✓ **Aggregation & Skalierung:**
- empirisches 99,9 % Quantil der Barwertverteilung

!

Modelleinschätzung

✓ **Modellstärken:**
- Sehr geringe Modellkomplexität
- Entspricht bestehender Umsetzung in VR-Control/okular

✓ **Modellschwächen:**
- Hohe Korrelation der Szenarien und kaum statistisch unabhängige Ereignisse
  → valide Aussagen zum 99,9 % Quantil nicht möglich
  → kein aussagekräftiges Backtesting möglich
- Lange Historie mit extremen und „einzigartigen“ Ereignissen führt zu fehlender Reagibilität des Modells → i.d.R. kaum Steuerungsimpulse

➡ **Weiterentwicklung bzw. Anpassung des Modells der Klassischen Historischen Simulation ist erforderlich.**

© parcIT GmbH

Marktrisikomodell – Kernpunkte der methodischen Weiterentwicklung

Wahl einer geeigneten Szenario-Generierung und Skalierung für die RTF

Kernpunkt

- ✓ 250-tägige Szenarien stehen aus der Historie nur überlappend zur Verfügung
  - hohe Korrelationen zwischen den Szenarien
  - Asymmetrie und Verzerrungen der Risikofaktor- und P&L-Verteilung

Frage 1 Szenario-Generierung

- ✓ Was ist eine sinnvolle Haltedauer (Szenario-Länge) auf Basis der historischen Daten für die VaR-Modellierung? (< 250 Tage?)

Frage 2 Skalierung

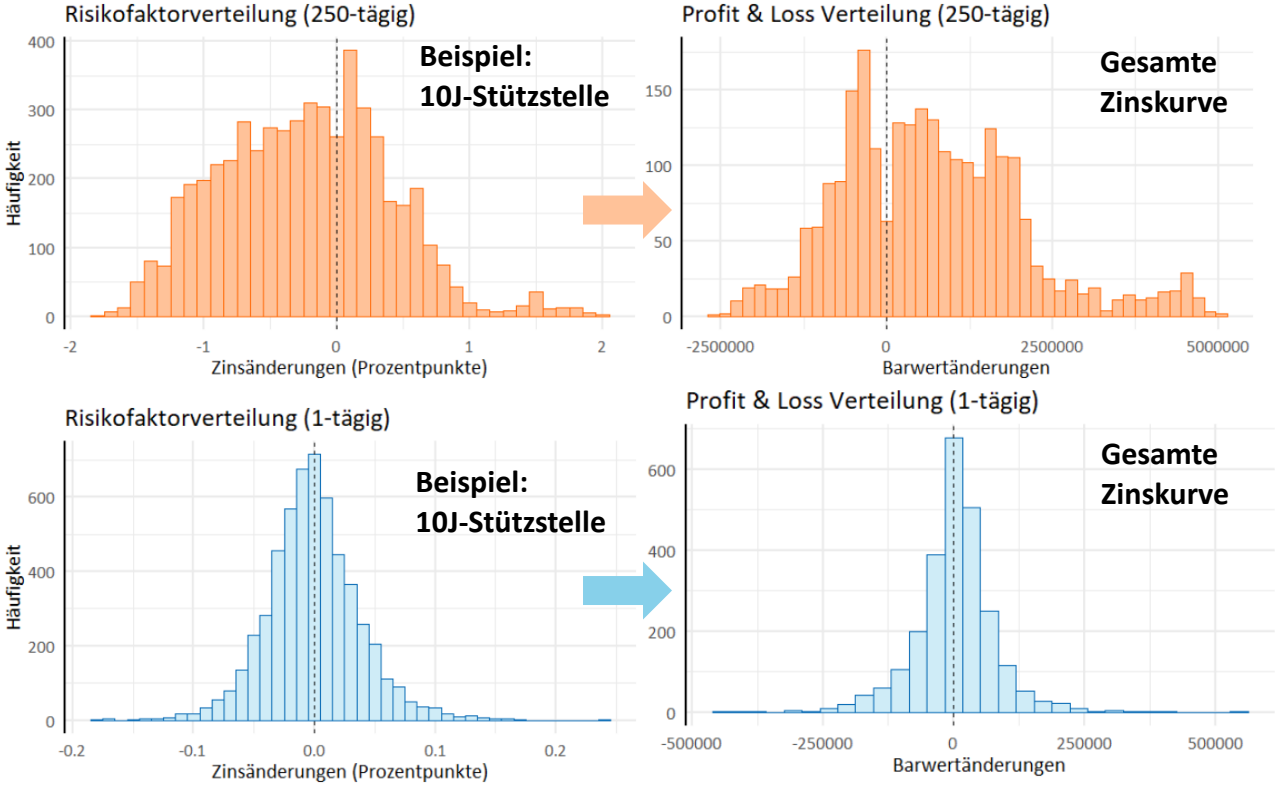
- ✓ Wie kann im Modell auf den geforderten Risikobetrachtungshorizont von 1 Jahr (250 Tage) für die ökonomische RTF skaliert werden?

© parcIT GmbH

Marktrisikomodell – Kernpunkte der methodischen Weiterentwicklung

Frage 1: Wahl einer geeigneten Haltedauer < 250 Tage (Bsp. Zinskurven)

- ✓ Haltedauer (disjunkt) < 250 Tage zeigt starken Einfluss auf Risikofaktor- und P&L-Verteilung
- ✓ 250-Tage (überlappend):
  - Ungleichmäßige, verzerrte Verteilung
  - Verschoben in Richtung Zinssenkungen (trendhaftes Verhalten)
  - Insb. für hohe Quantile statistisch nicht aussagekräftig
- ✓ 1 Tag Haltedauer (disjunkt):
  - Symmetrischere Verteilung
  - Kaum trendbehaftet
  - Für hohe Quantile zeigt sich eine gleichmäßige Verteilung bis in die Tails



© parcIT GmbH

Marktrisikomodell – Kernpunkte der methodischen Weiterentwicklung

Frage 1: Wahl einer geeigneten Haltedauer < 250 Tage (Bsp. Zinskurven)

Schritt 1 Verteilungen	✓ Auf Basis der Analyse der Risikofaktor- und P&L-Verteilung erscheinen disjunkte Haltedauern von 1 bis ca. 25 Tage als grundsätzlich geeignet für die VaR-Modellierung mittels historischer Simulation.
Schritt 2 Backtesting	✓ Zusätzlich wurde für mehrere Beispielportfolien ein Backtesting der vorhergesagten VaR-Werte mit den tatsächlich eingetretenen Barwertverlusten durchgeführt. ✓ Es zeigt sich, dass für Haltedauern von 1 bis 5 Tagen ein zuverlässiges und valides Backtesting-Ergebnis erzielt werden kann. Für längere Haltedauern führt insb. die bereits deutlich reduzierte Anzahl an Beobachtungen zu wenig aussagekräftigen Ergebnissen.
Schritt 3 Fazit Haltedauer	✓ Aus Schritt 1 und Schritt 2 ergibt sich eine geeignete Haltedauer von 1 bis 5 Tagen. ✓ Die Unterschiede in den Ergebnissen zwischen 1 und 5 Tagen Haltedauer sind nur graduell. ✓ **Wahl einer Haltedauer von 1 Tag, da die größte Datenbasis vorliegt. Grundsätzlich sind aber (je nach Risikofaktor) auch andere Haltedauern, z. B. 5 Tage, geeignet.**

© parcIT GmbH

Marktrisikomodell – Kernpunkte der methodischen Weiterentwicklung

Frage 2: Skalierung auf einen 250-Tage-Risikobetrachtungshorizont für die RTF

- ✓ Als Ergebnis von Schritt 1 wurde eine Haltedauer von 1 Tag (alternativ 2 bis 5 Tage) als methodisch geeignet ausgewählt.
- ✓ Da in der RTF jedoch ein Risikobetrachtungshorizont von 250 Tagen gefordert wird, muss eine „Skalierung“ der ermittelten Werte vorgenommen werden.
- ✓ Grundsätzlich ist eine Skalierung auf Szenarioebene oder auf Barwertebene möglich.

Bildung von 1-tägigen Veränderungen der Risikofaktoren
→ 1-tägige Szenarien

Szenarioebene

Skalierungsmethodik → 250-tägige Szenarien

Verbarwertung → 250-tägige P&L

Barwertebene

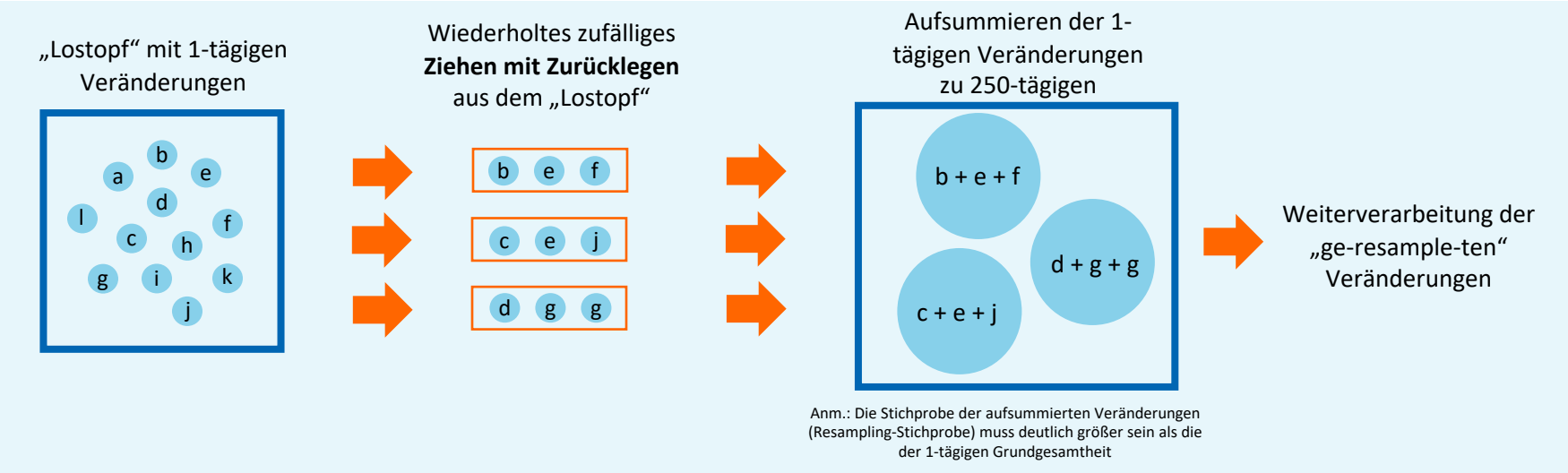
Verbarwertung → 1-tägige P&L

Skalierungsmethodik → 250-tägige P&L

© parcIT GmbH

Aktuelle Entwicklung Marktrisikomodell – Haltedauerskalierung

Methodik Resampling: schematische Darstellung



- ✓ Kernidee des Resampling: Imitation des Prozesses zur Entstehung von 250-tägigen Veränderungen mittels Aufsummieren 250 tatsächlich beobachteter Eintagesveränderungen (der Risikofaktoren oder P&L-Werte).
- ✓ Wesentlicher Unterschied zur realen Welt: 250 einzelnen Tage werden zufällig aus der gesamten Historie gezogen (engl.: „sampling“). → Häufige Wiederholung führt zu einer neuen großen Grundgesamtheit.

© parcIT GmbH

Aktuelle Entwicklung Marktrisikomodell – Haltedauerskalierung

Resampling auf Szenario- und Barwertebene

Modul 2: Szenariogenerierung

Bildung von 1-tägigen Veränderungen der Risikofaktoren → 1-tägige Szenarien

Resampling auf **Szenarioebene**

Resampling → 250-tägige Szenarien

Verbarwertung → 250-tägige Barwerte

Berechnung der VaR-Kennzahl

Resampling auf **Barwertebene (P&L)**

Verbarwertung → 1-tägige Barwertänderungen

Resampling → 250-tägige Barwertänderungen

Berechnung der VaR-Kennzahl

Modul 4: Aggregation und Skalierung

© parcIT GmbH

Aktuelle Entwicklung Marktrisikomodell – Haltedauerskalierung

Resampling auf Szenario- und Barwertebene: qualitativer Vergleich

Resampling auf Szenarioebene

- ✓ Verwendung 250-tägiger Szenarien entspricht der „natürlichen“ Sichtweise zur Betrachtung von 1-jährigen Risikohorizonten.
- ✓ Nicht-Linearitätseffekte im Portfolio werden stärker berücksichtigt.
- ✓ Angemessene statistische Stabilität der Ergebnisse ab min. 50.000 bis 500.000 generierter Resampling-Szenarien.
- ✓ Portfolioverbarwertung kann zu extremen Rechendauern führen.
- ✓ Kriterium der Praxistauglichkeit führt zum Ausschluss dieser Variante.

Resampling auf Barwertebene

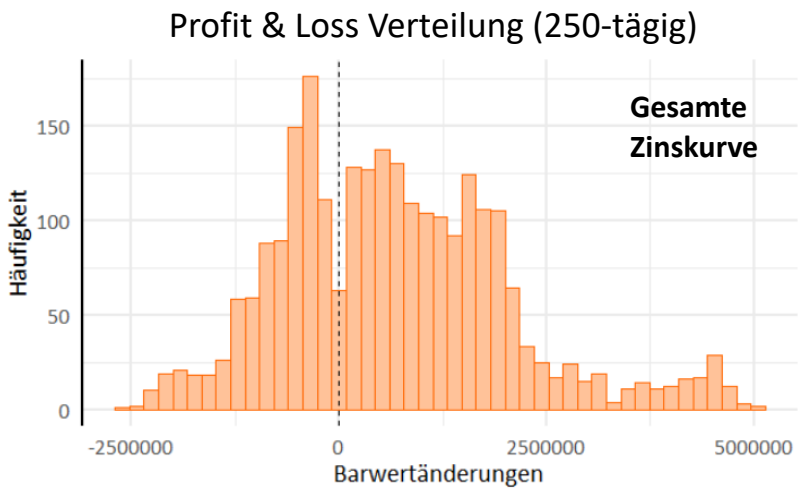
- ✓ Lösung der Rechendauerproblematik: Resampling erfolgt erst nach Verbarwertung auf Ebene der P&L-Werte.
- ✓ Die Skalierung auf Barwertebene stellt eine Approximation dar, deren Güte vor allem von der Linearität des Portfolios abhängt.
- ✓ Auswirkungsanalysen zeigen eine geringere Überkonservativität im Vergleich zu bekannten Skalierungsansätzen wie bspw. Wurzel-t-Skalierung.
- ✓ Hohe Wiederholungsraten ermöglichen eine gute statistische Stabilität der Ergebnisse.

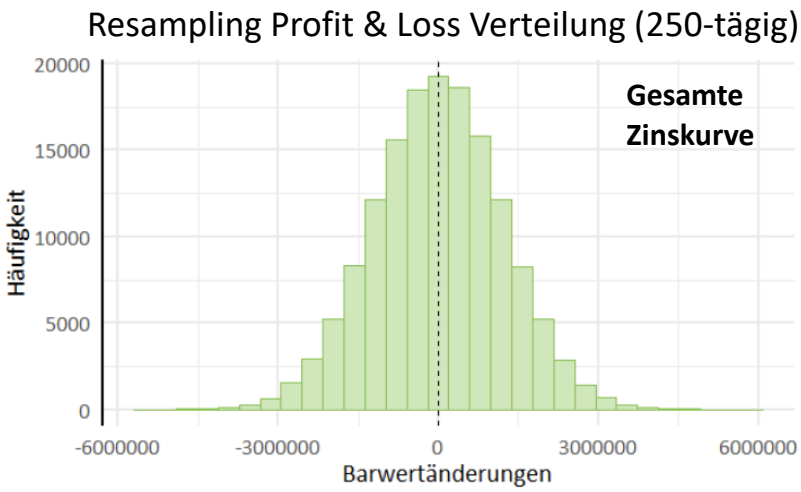
➡ **Aufgrund der praktischen Vorteile wird das Resampling auf Barwertebene gewählt.**

© parcIT GmbH

Aktuelle Entwicklung Marktrisikomodell – Haltedauerskalierung

Resampling auf Barwertebene: Profit & Loss Verteilung





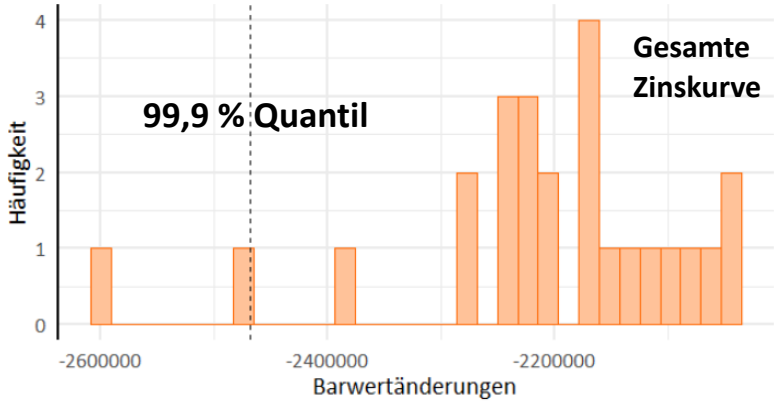
- ✓ Die Resampling P&L-Verteilung zeigt einen deutlich symmetrischeren und gleichmäßigeren Verlauf als die Verteilung für überlappende 250-tägige Haltedauern.
- ✓ Insbesondere die Tails sind beim Resampling deutlicher ausgeprägt und liefern eine gute Datenbasis für eine statistisch valide Quantil-Bestimmung (siehe Folgefolie).

© parcIT GmbH

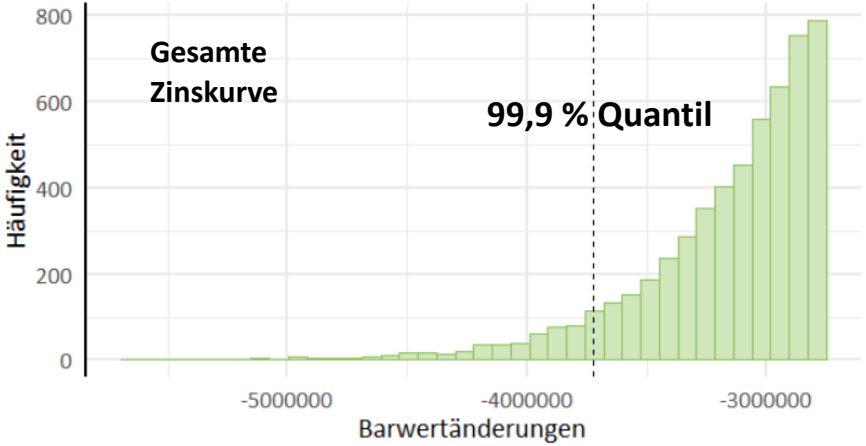
Aktuelle Entwicklung Marktrisikomodell - Haltedauerskalierung

Resampling auf Barwertebene: Profit & Loss Verteilung im Tail

Profit & Loss Verteilung (250-tägig)



Resampling Profit & Loss Verteilung (250-tägig)



- ✓ Insbesondere bei der Betrachtung der für die Quantil-Bestimmung relevanten Tails zeigt sich, dass für die P&L-Verteilung der überlappenden 250-tägigen Haltedauer lediglich 2 Ereignisse das 99,9% Quantil bestimmen
  → Eine statistisch belastbare Aussage für das 99,9% Quantil ist somit kaum möglich.
- ✓ Die Resampling-Verteilung zeigt ein gleichmäßiges Flankenverhalten und liefert somit auch belastbare Aussagen zu ungewöhnlicheren bzw. extremeren Ereignissen für das 99,9% Quantil.

© parcIT GmbH

Neues Marktrisikomodell – Zusammenfassung

Übersicht Methodik – Erweiterte hist. Simulation mit Barwert-Resampling

Erweiterte hist. Simulation mit Barwert-Resampling

✓ **Risikofaktoren & Zeitreihen:**
- Zinskurven, Zinsvolatiliäten
- historische Daten ohne Vorbehandlung
- 10-Jahre rollierende Zeitreihenlänge

✓ **Szenario-Generierung:**
- Historische Simulation
- 1-tägige Szenarien

✓ **Bewertung unter Szenarien:**
- Dispositionshorizont: T0 = 0 Tage → ad-hoc Szenarien
- Berechnung 1-tägige Barwertänderungen

✓ **Aggregation & Skalierung:**
- Resampling auf Barwertebene: 1 Tag → 250 Tage
- „empirisches“ 99,9%-Quantil der geresampelten Barwertverteilung

Modelleinschätzung

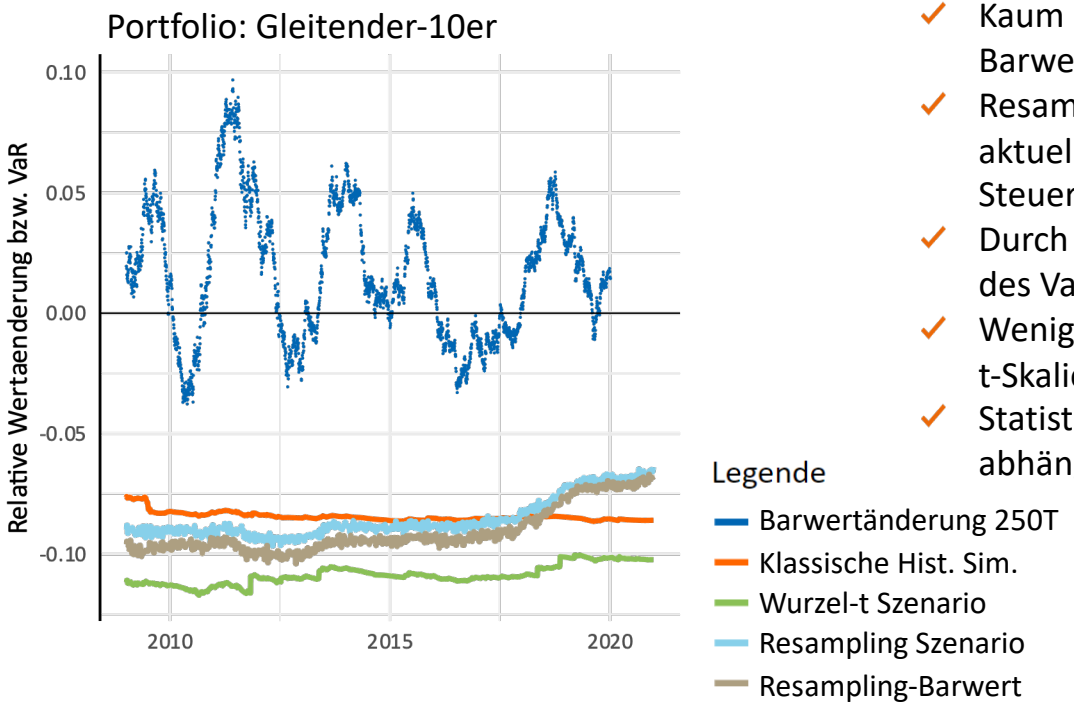
✓ **Modellstärken:**
- Hohe statistische Stabilität durch große Datenbasis
- Gute Backtesting-Ergebnisse auf 1-tägigen Veränderungen (1–5 Tage möglich)
- Moderate Modellkomplexität für Anwender
- Moderate Reagibilität passend zu mittel- bis langfristigen Geschäftsstrategien
- Anwendbar auf alle Risikofaktoren (FX, Kurse etc.)
- Technische Integration in bestehende Softwarelandschaft VR-Control/okular leicht möglich

✓ **Modellschwächen:**
- Begrenzte Berücksichtigung von Nichtlinearitätseffekten im Portfolio

© parcIT GmbH

Neues Marktrisikomodell – Beispielrechnungen

Verschiedene VaR-Modelle im Zeitverlauf auf einem Gleitenden-10er Portfolio

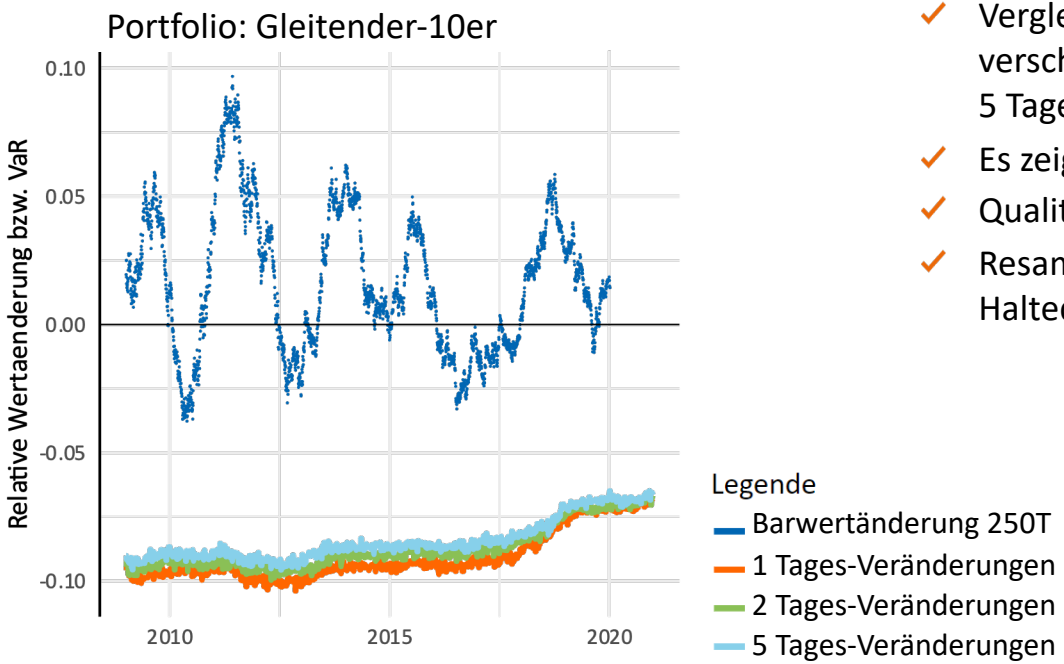


- ✓ Kaum Unterschiede zwischen Szenario- und Barwertresampling
- ✓ Resampling-VaR zeigt moderate Reagibilität auf aktuelles Marktumfeld → liefert moderate Steuerungsimpulse
- ✓ Durch Resampling kein sprunghaftes Verhalten des VaR im Zeitverlauf
- ✓ Weniger konservativ als „herkömmliche“ Wurzel-t-Skalierungsmethode
- ✓ Statistische Schwankung des Resampling-VaR ist abhängig von Wiederholungsanzahl (hier 50.000)

© parcIT GmbH

Neues Marktrisikomodell – Beispielrechnungen

Verschiedene Haltedauern für Resampling auf einem Gleitenden-10er Portfolio



- ✓ Vergleich des Resamplings auf Barwertebene für verschiedene disjunkte Haltedauern von 1, 2 und 5 Tagen
- ✓ Es zeigen sich nur marginale Unterschiede
- ✓ Qualitativ sehr ähnlicher Verlauf
- ✓ Resampling-Ansatz erscheint für alle drei Haltedauervarianten grundsätzlich geeignet

© parcIT GmbH

Neues Marktrisikomodell – Ausblick

Parametrisierung und ggf. Erweiterung für LFT-, Aktien- und FX-Risiken

Resampling-Ansatz (Zinsrisiko) kann analog und methodisch konsistent auf andere Marktrisikoarten wie Aktien- und FX-Risiko oder auch auf das LFT-Risiko übertragen werden.

Der VaR kann mit dem vorgestellten Modell sowohl separat je Marktrisikoart (Aktien, FX, ggf. Spread), oder direkt gemeinsam für alle Marktrisikoarten bestimmt werden.

Eine gemeinsame bzw. integrierte VaR-Bestimmung auf allen Marktrisikoarten über den Resampling-Ansatz von historischen P&L-Werten ermöglicht die implizite Berücksichtigung von Abhängigkeiten zwischen den Marktrisikoarten.
→ Potentiell risikomindernde Effekte werden im VaR sichtbar.

© parcIT GmbH

Fragen & Antworten

?

Wir freuen uns
auf Ihre Fragen ☺

© parcIT GmbH

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

parcIT