

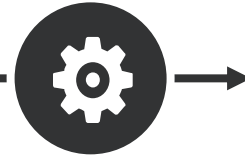
## Simulationsstudie

- Es wurden Aktien- und Rentenkursverläufe simuliert. Um die Korrelations- und Abhängigkeitsstrukturen der Märkte beizubehalten, wurden zufällig verschiedene Zeiträume ausgewählt und untereinander geschrieben, sodass eine simulierte Zeitreihe für eine 5 Jahresperiode zur Verfügung steht.
- Der komplette Zeitraum, aus dem die Zufallsblöcke ausgewählt wurden, geht von 2003 bis 2023.
- Für diese simulierte Zeitreihe wurde dann die Strategie und Benchmark gerechnet und die 5 Jahresperformance gespeichert.
- Diese Prozedere wurde 5.000 Mal mit unterschiedlichen Kombinationen der Indizes (jeweils Aktien und Renten) wiederholt.
- Die verwendeten Indizes sind auf der nächsten Folie abgebildet.
- Als Datenquelle wurde die Datenbank von Refinitive für tägliche Schlusskurse von 2003 bis 2023 verwendet.



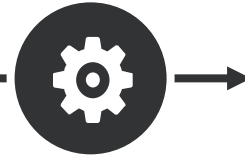
## Simulation & Backtest

- Die verwendeten Datenreihen (tägliche Schlusskurse von 2003-2023, Quelle: Refinitive) für die Simulation besteht aus den Indizes
  - (1) Aktien USA = Nasdaq 100 (26%)
  - (2) Aktien Asien = MSCI EM Asia (12%)
  - (3) Aktien Welt = MSCI World Momentum (24.5%)
  - (4) Aktien Europa = Stoxx Europe 600 (8.75%)
  - (5) Renten 1 = iBoxx US Treasuries 1-3 (17%)
  - (6) Renten 2 = iBoxx US Treasuries 5-7 (3%)
  - (7) Renten 3 = iBoxx US Treasuries 10+ (8.75%)
- Die Benchmark wurde mit den in Klammern stehenden Gewichten konstruiert mit der Annahme des monatlichen Rebalancings.
- Quelle: Refinitive



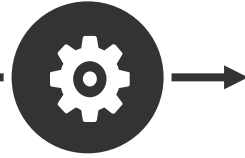
## Margrabe Portfolio

- Die Austauschoption errechnet sich nach der Formel von Margrabe als
- $c = S_1\Phi(d_1) - S_2\Phi(d_2)$ 
  - wobei  $d_1 = \frac{\ln\frac{S_1}{S_2} + \frac{1}{2}\sigma^2 T}{\sigma\sqrt{T}}$  und  $d_2 = \frac{\ln\frac{S_1}{S_2} - \frac{1}{2}\sigma^2 T}{\sigma\sqrt{T}}$  mit  $\sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\rho\sigma_1\sigma_2$ .
  - Dabei ist  $\Phi(\cdot)$  die Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung und  $S_1$  das risikoreichere bzw.  $S_2$  das risikoärmere Wertpapier.
  - $\sigma_1$  ( $\sigma_2$ ) ist die zu  $S_1$  ( $S_2$ ) gehörende Volatilität und  $\rho$  die Korrelation zwischen den beiden Anlagen.
- Die Gewichte für das Replikationsportfolio errechnen sich als
  - $w_{S_1} = \frac{S_1\Phi(d_1)}{S_2+c}$  und  $w_{S_2} = 1 - w_{S_1}$



## Margrabe Portfolio

- Gehen wir davon aus, dass  $S_1 = 115$  die risikoreichere und  $S_2 = 95$  die risikoärmere Anlage ist.
- Dementsprechend sind die Volatilitäten gegeben mit  $\sigma_1 = 0.03$  und  $\sigma_2 = 0.01$ . Die beiden Anlageklassen korrelieren mit  $\rho = -0.1$ . Damit ergibt sich  $\sigma^2 = 0.03^2 + 0.01^2 + 2 \cdot 0.03 \cdot 0.01 \cdot 0.1 = 0.00106$ .
- Bei einer Restlaufzeit von 6 Monaten ergibt sich dann für  $d_1 = \frac{\ln \frac{115}{95} + \frac{1}{2} \cdot 0.00106 \cdot 6}{\sqrt{0.00106 \cdot 6}} = 2.44$  und für  $d_2 = 2.36$
- Somit  $c = 115 \cdot \Phi(2.44) - 95 \cdot \Phi(2.36) = 20.02$



## Margrabe Portfolio

- Ausgehend von der oben berechneten Austauschoption ergeben sich dann die Portfoliogewichte

$$w_{S_1} = \frac{S_1 \Phi(d_1)}{S_2 + c} = \frac{115}{95 + 20.02} = 0.99$$

$$w_{S_2} = 1 - w_{S_1} = 1 - 0.99 = 0.01$$

- Wir investieren also 99% in Anlage  $S_1$  und 1% in Anlage  $S_2$ .