

Ein Faktormodell-Ansatz für Korrelationsszenarien und Korrelationsstresstests

Natalie Packham | Fabian Wöbbeking

Wie lassen sich die Auswirkungen von Korrelationsänderungen auf das Portfoliorisiko bewerten? Ein gegebenes Korrelationsszenario sollte extrem und dennoch realistisch sowie ökonomisch sinnvoll und dabei mathematisch konsistent sein. Darüber hinaus sollte es möglichst einfach zu implementieren sein und dennoch die Flexibilität bieten, portfoliospezifische Korrelationsrisikotreiber abzudecken. Wir diskutieren wie solche Korrelationsstresstests entwickelt werden können.

Diversifizierung – typischerweise gemessen durch Korrelation – liegt zahlreichen Finanzanwendungen zugrunde: Ein diversifiziertes Portfolio ist weniger riskant als ein konzentriertes; Hedging Strategien beinhalten möglicherweise nur unvollkommen korrelierte Assets anstelle von perfekten Substituten. Es ist bekannt, dass Korrelationen im Zeitverlauf nicht konstant sind und durch bestimmte Ereignisse stark beeinflusst werden können [Longin und Solnik 2001; Ang und Bekaert 2002; Adams et al. 2017] und dass Korrelationsänderungen zu potenziell unerwarteten oder nicht quantifizierten Verlusten führen können. Dies ist beispielsweise bei LTCM [Jorrión 2000], Amaranth Advisors [Chincarini 2007] und dem „London Whale“ [Packham und Wöbbeking 2018a] zu beobachten.

Die maßgebliche Rolle von Korrelation in Finanzportfolios veranlasste die Aufsichtsbehörden, Stresstests für Risikomodelle zu verlangen, die „signifikante Korrelationsänderungen“ berücksichtigen [BCBS 2006, S. 207 ff.].

In Packham und Wöbbeking (2018b) entwickeln wir ein Verfahren zur Generierung von gestressten Korrelationsmatrizen aus spezifischen Risikofaktorszenarien. Die Korrelationsstresstestmethode greift auf Elemente aus der Parametrisierung von Korrelationsmatrizen in der Zinsmodellierung zurück (z. B. [Rebonato 2002]; [Schoenmakers und Coffey, 2003]). Diese Parametrisierungen haben gemeinsam, dass der Grad der Korrelation von der Laufzeitdifferenz der zugrunde liegenden Zinssätze (z. B. Swapsätze) abhängt. Die Korrelation zwischen zwei Einheiten wird als parametrische Funktion von Risikofaktorunterschieden modelliert. Mit anderen Worten, wenn sich zwei Assets in einem bestimmten Aspekt unterscheiden, dann verringert sich deren Korrelation. Beispielsweise würden in einem Portfolio aus Kreditderivaten typischerweise Laufzeit und Bonitätsunterschiede (z. B. Investment-Grade vs. High-Yield) zu den Korrelationsrisikofaktoren gehören. Die Gewichtungen der Risikofaktoren können z. B. anhand historischer Daten kalibriert werden.

Die parametrische Beziehung zwischen Risikofaktoren und Korrelationen ermöglicht es, Diversifikationsvorteile realistisch zu hinterfragen, indem potenzielle Verluste aus Korrelationsänderungen quantifiziert werden. Die Bestimmung dieser Risiken ist besonders wichtig, wenn ein Portfolio oder eine Hedging Strategie durch einen Korrelationsschock unter den Portfoliokomponenten beeinträchtigt werden kann. So reagieren beispielsweise Hedging Strategien mit unvollkommenen Substituten, wie z. B. ein durch Index-Futures

abgesichertes Aktienportfolio, besonders empfindlich auf Korrelationsänderungen.

Korrelationsänderungen haben keine unmittelbaren Auswirkungen auf Gewinne und Verluste, sondern beeinflussen die gemeinsamen Veränderungen von zwei oder mehr Assets im zeitlichen Verlauf und bestimmen somit die Wirksamkeit von Diversifikations- und Hedging Strategien. Daher müssen Korrelationsstresstests in bestehende Risikomaße wie Value-at-Risk (VaR) oder Expected Shortfall (ES) eingebunden werden. Die Korrelationsrisikokomponente kann durch den Vergleich von Risikomaßen in verschiedenen Korrelationsszenarien isoliert werden. Da ungünstige Korrelationsszenarien oft zusammen mit Volatilitätsschocks auftreten, [Alexander und Sheedy 2008; Longin und Solnik 2001], entwickeln wir darüber hinaus ein gemeinsames Korrelations- und Volatilitätsstresstestmodell.

Im Rahmen dessen zeigen wir, wie die Faktorstruktur von Worst-Case-Korrelationsszenarien identifiziert werden kann. Da jeder Parameter einen wirtschaftlich relevanten Korrelationsrisikofaktor darstellt, ist es somit möglich, kritische Portfoliostrukturen zu identifizieren, die aus Sicht des Risikomanagements besondere Aufmerksamkeit erfordern.

Neben den Auswirkungen der einzelnen Szenarien interessiert uns auch die Plausibilität der gewählten Szenarien. Dies kann durch Zuordnung einer gemeinsamen Wahrscheinlichkeitsverteilung zu den Korrelationsparametern realisiert werden, um Grenzen für Korrelationsszenarien zu definieren. Eine solche Begrenzung wird typischerweise als Wahrscheinlichkeit (d. h. Plausibilität) eines Szenarios definiert. Dies kann mittels der sogenannten Mahalanobis-Distanz erfolgen, welche den Abstand von normalverteilten Zufallsvariablen vom Zentrum der Verteilung misst.

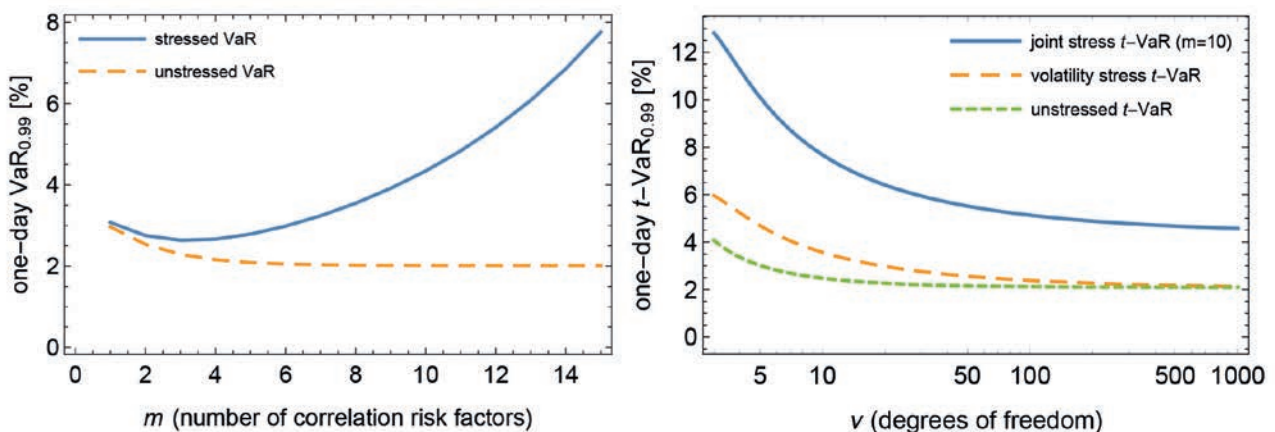
Das gemeinsame Korrelations- und Volatilitätsstressszenario bedingt der Annahme, dass der zugrundeliegende Renditevektor einer Student- t -Verteilung folgt. Die t -Verteilung gehört zur Klasse der normalen Varianz-Mischverteilungen, die eine Zerlegung in eine korrelierte Normalverteilung und eine gemeinsame Skalierungsvariable ermöglichen. Ein gemeinsames Stressszenario wird dann durch unabhängige Änderung der Korrelationsmatrix der Normalverteilungskomponente und Änderung der Skalierungsvariable erreicht, die auf ein hohes Quantil gesetzt wird, um eine hohe Volatilität zu simulieren.



► Abb. 01 stellt den Korrelations- sowie den gemeinsamen Korrelations- und Volatilitätsstresstest dar. Das Schaubild zeigt den eintägigen Value-at-Risk (VaR) mit einem Konfidenzniveau von 99 % für ein stilisiertes Long-only-Portfolio mit 2^m Assets, was der maximalen Anzahl an Korrelationskombinationen entspricht, die mit m Korrelationsrisikofaktor-Dummys erzielt werden können. Der gemeinsame Korrelations- und Volatilitätsstresstest auf der rechten Seite wird als Funktion der Anzahl von Freiheitsgraden ν dargestellt, also dem Parameter der t -Verteilung, der die Schwere der Tails misst. In dem zugrundeliegenden Long-only-Portfolio ist die Zunahme des VaR auf einen geringeren Diversifikationseffekt, d. h. steigende Korrelationen, zurückzuführen. Extremere können die Ergebnisse bei Portfolios ausfallen, die Hedges beinhalten, hier muss ein angemessener Korrelationsstresstest sowohl steigende als auch fallende Korrelationen berücksichtigen.

Um das Verfahren in einem realistischen Umfeld zu demonstrieren, werden Korrelationsstresstests auf das Portfolio des sogenannten „London Whale“ angewandt. Diesen Namen verbindet die Finanzbranche mit dem Verlust von 6,2 Milliarden US-Dollar eines Portfolios aus CDX- und iTraxx-Kreditderivaten von JPMorgan im Jahr 2012. Um das Risiko der Position zu reduzieren, ohne Verluste zu monetarisieren, wurde Ende 2011 der Nominalbetrag des Portfolios erhöht, um Hedge-Positionen aufzubauen [JPMorgan 2013]. Hierbei verließen sich die Händler auf die Substituierbarkeit ähnlicher Kreditindices und damit einhergehende stabilen Korrelationen. Unsere Analyse zeigt, dass Korrelationsszenarien und -stresstests das hohe Risiko dieser Position aufzeigen und somit zu einer angemesseneren Risikobewertung der Position beigetragen hätten.

Abb. 01: Darstellung eines Value-at-Risk mit Korrelationsstresstest (links) und gemeinsamem Stresstest (rechts).



Quelle: Eigene Abbildung

Für den Fall „London Whale“ identifizieren wir fünf relevante Korrelationsrisikofaktoren: Laufzeit, Index-Series, Investment-Grade (ja/nein), CDX vs. iTraxx, Index vs. Tranche. Basierend auf der exakten Portfoliozusammensetzung zum 23. März 2012 steigt der eintägige 99 % Portfolio-VaR durch Anwendung von Korrelationsszenarien um bis zu 83 %. Unter Berücksichtigung eines gemeinsamen Volatilitäts- und Korrelationsstress steigt der VaR um bis zu 253 %.

Wir kommen zu dem Schluss, dass die Abhängigkeitsstruktur zwischen den Komponenten eines Portfolios für das inhärente Risiko eines Finanzportfolios von großer Relevanz ist, dementsprechend liefern Korrelationsstresstests wichtige Informationen über das Portfoliorisiko. Korrelationsstresstests sind besonders relevant für Portfolios mit großen Positionen, deren Market-Impact einen direkten Einfluss auf Korrelationen haben kann. Insbesondere kann das übliche Co-Movement zweier oder mehrerer Assets durch große Block-Trades gestört werden, was sich auf die Effektivität von Hedges auswirkt.

Eine weitere Anwendung des in diesem Paper entwickelten Korrelationsstresstests wäre die Analyse zentraler Gegenparteien (Central Counterparties, CCP), die für das Clearing außergewöhnlich großer Finanzportfolios zuständig sind. Zur Berücksichtigung von Diversifikationseffekten und zur Senkung der Clearingkosten für die Kunden werden die Marginanforderungen in der Regel auf Portfoliobasis berechnet. Die daraus resultierenden Marginanforderungen können stark korrelationsabhängig sein. Darüber hinaus können ungünstige Korrelationsszenarien viele oder sogar alle Kunden betreffen, was zu gleichzeitigen Margin Calls und damit einhergehenden Nachschussforderungen führen kann. Mit der hier entwickelten Korrelationsstresstestmethode können solche systemischen Risikoereignisse identifiziert werden.

Literatur

- Adams, Z./Füss, R./Glück, T. [2017]: Are correlations constant? Empirical and theoretical results on popular correlation models in finance. *Journal of Banking & Finance* 84, 9–24.
- Alexander, C./Sheedy, E. [2008]: Developing a stress testing framework based on market risk models. *Journal of Banking & Finance* 32 (10), 2220–2236.
- Ang, A./Bekaert, G. [2002]: International asset allocation with regime shifts. *The Review of Financial Studies* 15 (4), 1137–1187.
- BCBS [2006]: International convergence of capital measurement and capital standards. Tech. rep., Basel Committee on Banking Supervision. URL: <https://www.bis.org/publ/bcbs128.pdf>
- Chincarini, L. B. [2007]: The Amaranth debacle: Failure of risk measures or failure of risk management? *The Journal of Alternative Investments* 10 (3), 91–104.
- Jorion, P. [2000]: Risk management lessons from Long-Term Capital Management. *European Financial Management* 6 (3), 277–300.
- JPMorgan [2013]: Report of JPMorgan Chase & Co. Management Task Force Regarding 2012 CIO Losses. URL: http://files.shareholder.com/downloads/ONE/2272984969x0x628656/4cb574a0-0bf5-4728-9582-625e4519b5ab/Task_Force_Report.pdf
- Longin, F./Solnik, B. [2001] Extreme correlation of international equity markets. *The Journal of Finance* 56 (2), 649–676.
- Packham, N./Woebbecking, C. F. [2018a]: The London Whale. Verfügbar unter SSRN 3210536. URL: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3210536>
- Packham, N./Woebbecking, C. F. [2018b]: A factor-model approach for correlation scenarios and correlation stress-testing. arXiv preprint arXiv:1807.11381. URL: <https://arxiv.org/abs/1807.11381>
- Rebonato, R. [2002]: *Modern Pricing of Interest-Rate Derivatives: The LIBOR Market Model and Beyond*. Princeton University Press.
- Schoenmakers, J./Coffey, B. [2003]: Systematic generation of parametric correlation structures for the LIBOR market model. *International Journal of Theoretical and Applied Finance* 6 (5), 507–519.



Autoren

Prof. Dr. Natalie Packham
Professorin
für Mathematik und Statistik,
Hochschule für Wirtschaft und Recht,
Berlin



Fabian Wöbbeking
Goethe-Universität Frankfurt,
Frankfurt am Main