

## Zur Inversen Korrelation zwischen Marktrisikoprämie und risikolosem Basiszinssatz

Prof. Dr. Andreas Hoffjan / Prof. Dr. Peter Posch (TU Dortmund)

Im Festlegungsentwurf der Bundesnetzagentur zum Eigenkapitalzinssatz für die dritte Regulierungsperiode wird auf unser, im Auftrag des BDEW erstelltes, Gutachten zum „Korrekturbedarf bei der Ermittlung von risikolosem Basiszinssatz und Marktrisikoprämie“ Bezug genommen. Dabei stützt sich die Argumentation der Beschlusskammer 4 insbesondere auf Ausführungen von frontier economics „Wissenschaftliches Gutachten zur Ermittlung der Zuschläge zur Abdeckung netzbetriebsspezifischer unternehmerischer Wagnisse für Strom- und Gasnetzbetreiber“ (Gutachten im Auftrag der Bundesnetzagentur vom 28.06.2016).

Da das Gutachten von Frontier economics einige Sachverhalte aus unserem Gutachten sehr verkürzt aufgreift, möchten wir diese Punkte nachfolgend dezidiert darstellen.

Vorab möchten wir allerdings nochmal die wesentlichen Punkte skizzieren:

1. Generell haben wir die statistische Qualität des Zusammenhangs zwischen risikolosem Basiszinssatz und Marktrisikoprämie sehr differenziert untersucht und eine inverse Korrelation für die von der Bundesnetzagentur verwandte Kombination aus Weltmarktrisikoprämie und deutschem Basiszinssatz beobachtet, die schwach signifikant ist.
2. Der Versuch von Frontier Economics die Ergebnisse durch nicht zutreffende methodische Vorwürfe zu entkräften steht auf argumentativ tönernen Füßen.
3. Auf die im Gutachten herausgearbeiteten Inkonsistenzen in dem Vorgehen der Bundesnetzagentur wird von Frontier nicht eingegangen.
4. Es fehlt im Vorgehen der Eigenkapitalfestlegung an einer methodischen Antwort auf den durch die Finanz- und Staatsschuldenkrise ausgelösten Strukturbruch.

Nachfolgend nehmen auf die einzelnen Anmerkungen im Gutachten von Frontier Economics differenziert Stellung. Der Originaltext des Frontier Gutachtens ist in grau hinterlegt, unsere Antwort in schwarz.

Frontier Economics, Gutachten, S. 15:

„Hier lässt sich zunächst festhalten, dass grundsätzlich ein empirischer Nachweis auf Basis kurzfristiger historischer Durchschnitte, wie Hoffjan und Posch sie verwenden, nicht sinnvoll möglich ist: Die untersuchten Datenreihen der Marktrisikoprämie und des risikolosen Zinssatzes umfassen relativ kurze Zeiträume von 1954 bis 2015 für Deutschland und von 1990 bis 2015 für die Welt. Um eine Zeitreihenanalyse vornehmen zu können, wird dabei zudem nicht über den gesamten Zeitraum gemittelt, sondern über deutlich kürzere Abschnitte. Wie in Kapitel 3.1.2 diskutiert, ist es bei Schätzungen basierend auf historischen Durchschnitten unerlässlich, dass diese auf ausreichend langen Zeiträumen beruhen, da stochastische Schwankungen den Trend der Marktentwicklung bei kurzen Datenreihen überlagern können. Nur eine langfristige Mittelung korrigiert für diese stochastischen Schwankungen. Die Vorgehensweise von Hoffjan und Posch vernachlässigt diesen Zusammenhang.“

Der erste Teil dieser Aussage ist eine Annahme, nämlich, dass es einen fundamentalen Zusammenhang gibt, der temporär durch zufällige (stochastische) Ereignisse gestört wird. Mittelt man dann über einen entsprechend langen Zeitraum sollten die „Störungen“ herausfallen. Das muss nicht so sein und niemand hat dies pointierter formuliert als Keynes: „the markets can stay irrational longer than you can remain solvent“, d.h. das langfristige Mitteln ist vielleicht unter obiger theoretischer Annahme ein wissenschaftlich hilfreiches Konstrukt, für die Praxis allerdings gänzlich ungeeignet. Hier gilt nur, dass die aktuelle Marktumgebung beachtet werden muss, entsprechend sind die Zeiträume kürzer.

Unsere Vorgehensweise vernachlässigt das langfristige Verhalten einerseits bewusst um eine gegenwartsbezogene Marktsicht zu betonen, andererseits stehen uns schlicht längere Zeitreihen nicht zur Verfügung. Daher kann letztlich der Einfluss der längeren Zeitreihe auf die Ergebnisse nicht evaluiert werden.

Die vorliegenden Daten erlauben somit keine Regressionsanalysen, da keine ausreichend validen Daten für eine solche Regression vorhanden sind.

Diese Folgerung kann aus der Argumentation nicht abgeleitet werden.

Selbst wenn man dieses Argument vernachlässigt und davon ausgeht, dass der gewählte Ansatz korrekt wäre, sind die Ergebnisse nicht aussagekräftig. Die scheinbar sehr eindeutigen Schlussfolgerungen von Hoffjan/Posch zu einer historisch negativen Korrelation zwischen dem risikolosen Zinssatz und der Marktrisikoprämie sind selbst gemäß der eigenen Ergebnisse der Autoren nur teilweise statistisch signifikant.

Richtig, wir beschreiben einerseits die statistische Qualität des Zusammenhangs und interpretieren andererseits die ökonomische Relevanz. Beides wird in dem Gutachten deutlich dargelegt, die Entscheidung ob das schwache statistische Ergebnis eine ökonomische Auswirkung haben sollte ist sowohl außerhalb der Modellanalyse als auch unseres Gutachtens zu treffen.

Die Prognose zum Zusammenhang zwischen risikolosem Zinssatz und Marktrisikoprämie beispielsweise ist statistisch nicht signifikant wie die Autoren selbst feststellen.

Wir erstellen kein Prognosemodell, diese Aussage ist nicht zutreffend, vielmehr analysieren wir empirische Korrelationen, also eine rein vergangenheitsbezogene (historische) Untersuchung.

Somit sind die beschriebenen Ergebnisse statistisch nicht robust (vgl. auch Anhang II).

„Robustheit“ ist eine andere Kategorie als „Signifikanz“. Die Robustheit untersuchen wir durch unterschiedliche Spezifikationen (z.B. rollierende Fenster unterschiedlicher Länge) der Analysen.

Nun zur detaillierteren, aber ebenso unbegründeten Kritik im Anhang IIS. 45-46:

Neben der generellen Kritik in Kapitel 3.1.2 sind die Ergebnisse in Hoffjan und Posch darüber hinaus statistisch nicht aussagekräftig.

Ganz im Gegenteil, die Ergebnisse sind statistisch sehr aussagekräftig, aber wie im Gutachten beschrieben zum Teil nicht signifikant, jedenfalls nicht auf einem üblichen Konfidenzniveau. Aussagekraft und Signifikanz sind grundsätzlich unterschiedliche Konzepte und unser Gutachten weist

basierend auf der statistischen Signifikanz der Werte auf verschiedene Aussagen hin, die Frontier ja selbst zitiert (s.u.)

Dies kann anhand der Abbildung 8 aus Hoffjan/Posch verdeutlicht werden. Die Abbildung ist so zu verstehen, dass ein

positiver Wert bedeutet, dass ein Anstieg des risikolosen Zinssatzes zu einem Anstieg der Marktrisikoprämie führt, während ein

negativer Wert bedeutet, dass ein Anstieg des risikolosen Zinssatzes zu einer Reduktion der Marktrisikoprämie führt.

Diese Interpretation von Frontier ist leider sachlich nicht richtig. Vielmehr bedeutet ein positiver Wert, dass ein Anstieg der Renditen von Bundesanleihen einherging mit einem Anstieg der Marktrisikoprämie. Die Ergebnisse beziehen sich deskriptiv auf den jeweils zurückliegenden Untersuchungszeitraum und machen damit beschreibende Aussagen über die Korrelation der Marktrisikoprämie mit dem Basiszins.

Die Schlussfolgerung von Hoffjan/Posch, dass bei einer Reduktion des risikolosen Zinssatzes um 1%-Punkte eine Korrektur der Marktrisikoprämie nach oben um 1,3%-Punkte notwendig ist, gilt somit nur, wenn die negativen Werte in Abbildung 8 über den Zeithorizont der Analyse statistisch signifikant sind. Dies verneinen jedoch Hoffjan/Posch selbst, weshalb die Schlussfolgerungen ohne robuste Aussagekraft sind:

Dieser grundsätzliche Zusammenhang gilt empirisch entsprechend der Regressionsanalyse. Ob man den berechneten Koeffizienten als statistisch von Null verschieden ansieht oder nicht hängt erstmal vom zugrunde gelegten Konfidenzniveau ab. Wir weisen im Gutachten mehrfach darauf hin, dass nach dem üblichen Konfidenzniveau dies als nicht signifikant eingestuft wird.

Auch bedeutet statistische Signifikanz nicht ökonomische Relevanz und umgekehrt. So kann ein statistisch schwacher Zusammenhang durchaus ökonomisch sehr relevant sein. In dieser Analyse hier ist insbesondere zu beachten, dass die Situation in der sich die Industrienationen nach der Finanzkrise und insbesondere Deutschland seit der Staatsschuldenkrise befinden sowohl besonders als auch historisch kurz ist. Die statistische Analyse vermag daher immer nur einen Anhaltspunkt zu liefern, ob in einer strukturell neuen Situation (Strukturbruch) andere empirische Zusammenhänge bestehen.

„Es ist allerdings zu bemerken, dass statistisch gesehen die Zinssensitivität nur selten von Null verschieden ist. Wann immer der Konfidenzbereich, in der Graphik grau-blau, die Null-Linie inkludiert, ist die geschätzte Zinssensitivität statistisch zu dem Konfidenzniveau nicht von Null zu unterscheiden.“(Hoffjan/Posch, 2015: 32)

Abgesehen von den wenig signifikanten Ergebnissen sind auch in der Methodik handwerkliche Fehler aufzufinden. Diese umfassen bspw.

Diese nicht näher begründete Kritik weisen wir zurück. Die im Gutachterauftrag geforderte empirische Untersuchung war eine Korrelationsanalyse zwischen der Marktrisikoprämie (MRP) und dem Basiszins (Zins). Die Korrelationsergebnisse werden von Frontier hier nicht erwähnt, sondern lediglich die

Regressionsergebnisse. Hierbei wird jedoch in der Kritik grundlegende statistische Zusammenhänge nicht beachtet, dass es sich um ein und denselben Untersuchungsgegenstand und eine äquivalente Untersuchungsmethodik bei beiden Analysen handelt.

Die Korrelation zweier Zufallsvariablen X und Y ist definiert über die Standardisierung der Kovarianz

$$\rho(X, Y) := \frac{COV(X, Y)}{\sigma_X \sigma_Y}$$

und trifft keine Verteilungsannahmen. In unserem Fall betrachten wir

$$\rho(MRP_{it}, Zins_{jt}) := \frac{COV(MRP_{it}, Zins_{jt})}{\sigma_{MRP_{it}} \sigma_{Zins_{jt}}}$$

Wobei wir für unterschiedliche Zeiträume (t) und Länder (i) bzw. Zinsdefinitionen (j) die Analysen variieren. Die univariate Regression modelliert, ebenso wie die einfache Korrelation, einen linearen Zusammenhang zwischen zwei Variablen:

$$Y = \alpha + \beta X + u$$

hierbei bestimmen die Berechnungsmethode und Definition des Störterms u die Voraussetzungen und Annahmen des Modells. Wir wählen die übliche Schätzmethode des Kleinstquadrateschätzers (Ordinary least squares OLS), der unter verschiedenen Modellannahmen<sup>1</sup> der beste lineare unverzerrte Schätzer (best linear unbiased estimator, BLUE) ist. Diese Methode liefert als Schätzer

$$\hat{\beta} = \frac{COV(X, Y)}{\sigma_X^2}$$

und  $\hat{\alpha} = E[Y] - \hat{\beta}E[X]$ .

Die Qualität des Regressionsmodells wird durch das Bestimmtheitsmaß  $R^2$  gekennzeichnet, dieses Bestimmtheitsmaß wird durch die Qualität der Schätzgleichung  $\hat{Y} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}X$  gegeben und ist nichts anderes als die quadrierte Korrelation der Variablen  $\rho(X, Y) := \frac{COV(X, Y)}{\sigma_X \sigma_Y}$  oder um es anders herum zu formulieren: Die Wurzel des  $R^2$  der Regression ist die Korrelation (die einfache Herleitung findet sich in jedem Statistikbuch).

Hierbei wird deutlich, dass die Berechnung der Korrelation und der Schätzer für die Steigung der linearen Korrelation sich stark ähneln. In Wirklichkeit wird sogar genau der gleiche Zusammenhang abgebildet.

Die Formulierung der Fragestellung als Regressionsmodell ermöglicht uns aber, im Gegensatz zur einfachen Korrelation, gerade die Frage der **Signifikanz** zu beantworten. Wir nutzen das Regressionsmodell also um nicht nur die Richtung des Zusammenhangs zu bestimmen sondern auch die statistische Stärke!

---

<sup>1</sup>Unter den Modellannahmen ist die wichtigste ein linearer Zusammenhang zwischen den Variablen X und Y. Ferner nimmt der Schätzer an, dass der Störterm normalverteilt mit  $u \sim N(0, \sigma^2)$  ist.

Wir schreiben im Gutachten explizit: „Ziel dieses Modells ist **nicht** die Marktrisikoprämie zu erklären, hierfür würden weitere Kontrollvariablen gebraucht, sondern den isolierten Effekt der Basiszinsen als **Variante der Korrelation** zu ermitteln“ (Hervorhebungen neu).

mangelhafte Dokumentation von deskriptiven Statistiken und Regressionsoutputs;

Deskriptive Statistiken sind mit dem Originaldatensatz, der mit dem Gutachten eingereicht wurde, einfach durchführbar und die relevanten Regressionsergebnisse sämtlich im Dokument vorhanden. Es ist korrekt, dass wir nicht die vollständigen Koeffizienten aller Varianten abdrucken, aber durch die mittlere Sensitivität und die Standardabweichung sowie die graphische Dokumentation den Zusammenhang dennoch klar dokumentieren.

- keine Angaben zu Postestimation Tests, die zeigen, ob die vorliegenden Daten überhaupt die erforderlichen Annahmen für eine Regression erfüllen bzw. dass die gewählte Vorgehensweise den Daten angemessen ist (z.B. Tests der Daten auf Normalverteilung, Heteroskedastizität, Autokorrelation etc.);

Interessanterweise vermisst man in dieser Aufzählung die wichtigste Voraussetzung, nämlich die Stationarität der Variablen. Die von Frontier hier eingeworfenen ökonomischen Begriffe betreffen auch nicht so sehr die Frage der Angemessenheit der Regressionsanalyse als vielmehr die Frage welche Folgen eine Verletzung der Annahmen nach sich zieht.

Wenngleich für den Nicht-Statistiker nachfolgende Bemerkungen sehr technisch wirken müssen, sind diese doch wichtig um sich die Unbegründetheit der Frontier-Kritik vor Augen zu führen. Im Einzelnen werden uns als handwerkliche Fehler vorgeworfen:

Tests der Daten auf Normalverteilung, Heteroskedasizität, Autokorrelation

Dies wird verwechselt mit Test der Residuen auf Normalverteilung, was eine Voraussetzung für die Validität der Signifikanztests ist und als Folge eine Normalverteilung der linksseitigen Variable nach sich zieht. Dies betrifft ebenso wie die Heteroskedastizität die Residuen. Vorliegen von Heteroskedastizität führt zur Ineffizienz der Schätzung und wird in der Literatur durch robuste Standardfehler korrigiert.

Bei der Autokorrelation ist zu beachten, dass es sich hier um eine pooled regression und kein Zeitreihenmodell handelt. Die Zeiträume werden zu Punkten verdichtet deren zeitliche Reihenfolge unbeachtet bleibt, sondern lediglich das gleichzeitige Auftreten der beiden Werte (MRP, Zins) von Bedeutung ist. Selbst bei Auftreten von Autokorrelation der Residuen bleiben die Schätzer erwartungstreu bzw. konsistent.

- keine Dokumentation von Plausibilitätschecks oder kritische Hinterfragung und Begründung von Modellannahmen;

Es ist eine Korrelationsanalyse: Die einzige Modellannahme ist ein linearer Zusammenhang zwischen Marktrisikoprämie und Zins. Könnte es also einen nicht linearen Zusammenhang zwischen Marktrisikoprämie und Zins geben (der nicht durch einen linearen Zusammenhang approximiert werden könnte)? Wir empfehlen dem interessierten Leser die Lektüre unseres theoretischen Kapitel 2.1 und der umfangreichen Literatur zum CAPM.

fehlende Berücksichtigung von Kontrollvariablen in der Regression bei der Ermittlung eines isolierten Effekts des Basiszinssatzes auf die MRP wie von Hoffjan und Posch selbst erwähnt (Hoffjan/Posch, 2015: 30); sowie

Es war nicht Aufgabe ein empirisches Modell für die Wirkung des Zinses auf die Marktrisikoprämie zu schätzen. Dies wäre im vorliegenden Modell auch ein denkbar schlechter Ansatz gewesen, insbesondere aufgrund der Gleichzeitigkeit der Effekte und der modellinhärenten Kollinearität. Da wir selbst darauf hinweisen, kann diese Kritik nur ins Leere gehen.

nicht ausreichende Begründung, warum bei der Prognose nur auf eine der zuvor verwendeten drei Regressionsvarianten zurückgegriffen wird (nur Regression auf Basis auf rollierenden MRP-Daten). Die in den vorherigen Kapiteln aufgeführten anderen beiden Varianten dagegen werden ohne stichhaltige Begründung außer Acht gelassen (Hoffjan/Posch, 2015: 30/31).

Die Begründung ist so einfach wie auch im Gutachten dokumentiert: Es geht um die exemplarische Veranschaulichung wie die gewonnenen Ergebnisse in mögliche Veränderungen der MRP unter der **Annahme** eines ökonomisch relevanten Zusammenhangs zum Basiszins anzuwenden sind. Es ist ein Rechenbeispiel und sollte nie mehr als dieses sein. Ferner haben wir bereits oben dargelegt, dass unsere Analysen historische Beobachtungen und keine Prognosen darstellen.

Über diese für den Laien nur bedingt nachvollziehbare Kritik seitens Frontier fällt auf, dass sich das Frontier-Gutachten nicht substantiell mit dem Gutachten z.B. und seinen Folgerungen für die Branche auseinandersetzt.

So wird den bestehenden Inkonsistenzen im Vorgehen der BNetzA zur Festlegung des Eigenkapitalzinses nicht widersprochen. Gleiches gilt für das in der Finanz- und Staatschuldenkrise zu beobachtende Phänomen der sich verschärfenden Konsequenzen.

Sicherlich hätte man auch von Frontier erwarten können, dass Sie selber im Sinne einer Validierungsstudie den Zusammenhang zwischen risikolosem Basiszinssatz und der Marktrisikoprämie für unterschiedliche Länder und Laufzeiten überprüfen. Dies wäre das wissenschaftlich angemessene Vorgehen gewesen.