

2009-03-26 [[Florian Aigner](#)]

Geometrie der Zinsen

Der Mathematiker Josef Teichmann wechselt von der TU Wien an die ETH Zürich.



Josef Teichmann

Wenn Josef Teichmann über Aktienkurse, Portfolios und Verlustrisiken spricht, dann macht er das ohne Aufregung und ohne Angst vor Börsencrashes. Er ist Finanzmathematiker, viele seiner Portfolios gibt es nur auf dem Papier. 2006 gewann Teichmann den START-Preis des FWF, der es ihm ermöglichte, am Institut für Wirtschaftsmathematik seine eigene Forschungsgruppe aufzubauen. Nun lockt ihn aber ein große Aufgabe weg von der TU Wien: Josef Teichmann wird demnächst eine Professur für Finanzmathematik an der ETH Zürich antreten.

Ursprünglich wollte Josef Teichmann eigentlich Physiker werden. Während seines Physikstudiums in Graz bemerkte er aber schon bald, dass er die mathematischen Grundlagen dieses Faches gerne besser verstehen würde – und so begann eine bis heute andauernde Liebe zur Mathematik. Seine Doktorarbeit schrieb er über Geometrie an der Universität Wien bei Peter Michor, und dieses Fachgebiet spielt in seinen Arbeiten bis heute eine große Rolle. Mit der Geometrie, die man aus der Schulzeit kennt, hat das freilich wenig zu tun. Josef Teichmann und sein Team verwenden geometrische Methoden um die Struktur von Systemen zu untersuchen, die vom Zufall bestimmt werden, wie etwa Aktienkurse oder Zinssätze. Seit seiner Assistentenzeit bei Walter Schachermayer an der TU Wien arbeitet er im Forschungsfeld zwischen Geometrie, Stochastik und Finanzmathematik.

Zufallsbestimmte Aktienkurse

„Stochastische Systeme gibt es in vielen Forschungsbereichen“, erklärt Josef Teichmann. Die Brownsche Molekularbewegung ist ein bekanntes Beispiel dafür: Kleine Teilchen, etwa Blütenpollen oder Tintenpartikel, die in einer Flüssigkeit schweben, werden von den Molekülen der Flüssigkeit rein zufällig angestoßen. Niemand kann sagen, in welche Richtung sie der nächste Stoß schieben wird, trotzdem kann man ausrechnen, mit welcher Wahrscheinlichkeit sich die Teilchen vom Anfangsort entfernen werden. „Preise, die von Angebot und Nachfrage bestimmt werden, kann man sich ähnlich vorstellen“, meint Josef Teichmann. Jede/r einzelne Aktienhändler/in treibt durch Kauf und Verkauf den Aktienkurs mal nach oben, mal nach unten. Wo der Aktienkurs morgen stehen wird, kann freilich niemand berechnen. Aber Aussagen über das Zufallsverhalten, wie zum Beispiel deren Verteilung oder Risiken, sind sehr präzise möglich.

Tausche Risiko gegen Mathematik

Finanzmathematik kann aber noch viel mehr als einfach nur Risiken abschätzen. Auf den Finanzmärkten gibt es heute hochkomplizierte Produkte (Derivate) zu kaufen, durch die es möglich ist, ein Verlustrisiko gegen eine Prämie einzutauschen: „Wenn ich Werte besitze, die sowohl steigen als auch fallen können, dann kann ich mich bei einer Investmentbank gegen hohe Verluste durch Kauf eines Derivats versichern“, erklärt Josef Teichmann. Die Theorie von Derivaten bietet MathematikerInnen ein sehr breites und spannendes Betätigungsfeld.

Die Bank nimmt das Risiko nicht einfach als Gegenleistung für die Prämie auf sich, sondern sie kann ihrerseits durch kluges Einkaufen von Wertpapieren ein Portfolio zusammenstellen, welches das übernommene Risiko reduziert – und zwar ganz unabhängig davon, wie sich die Börsenkurse entwickeln. Dieses Know-how macht den Austausch von Risiken, wie Wechselkurs- oder Pensionsfondsrisiken, überhaupt erst möglich. Erst in den Siebzigerjahren wurde der Aufbau solcher Portfolios von Black, Scholes und Merton untersucht. Scholes und Merton erhielten 1997 dafür den Wirtschaftsnobelpreis. Solche Theorien sind mathematisch außerordentlich aufwändig, und so ist die

moderne Mathematik heute aus dem Bankgeschäft nicht mehr wegzudenken. Hauptwerkzeug ist dabei der sogenannte Ito-Kalkül, den der japanische Mathematiker Kiyoshi Ito in den vierziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts entwickelte.

Familie und Bürokratie

Auch wenn Josef Teichmanns Gedanken tagsüber um stochastische Integrale, Geometrie und Finanzderivate kreisen, die Abende gehören seiner Frau und seinen drei Kindern. Familie und wissenschaftliche Karriere zu vereinbaren ist für Josef Teichmann kein großes Problem: Gutes Zeitmanagement und Effizienz sind ihm sehr wichtig, dann bleibt abends und am Wochenende genug Zeit für die Familie und Freunde. Ob man als ForscherIn seine Arbeitszeit optimal einsetzen kann, hängt auch von den Universitätsstrukturen, insbesondere der Belastung mit Bürokratie ab, meint Josef Teichmann. Die Aufgaben eines/r Professors/in in Lehre, Forschung und Einwerbung von Drittmittelfinanzierung sind ohnehin schon herausfordernd genug. „Gerade in diesem Bereich kann man von der ETH Zürich sicher eine Menge lernen“, meint er. „Verwaltung und Universitätsleitung arbeiten dort sehr effizient.“ Aber auch die TU Wien wird Josef Teichmann immer in guter Erinnerung behalten: „Die Qualität von Administration, Forschung und Lehre sind hier sehr gut, ich habe mich in meiner Arbeitsgruppe an der TU immer sehr wohl gefühlt.“ Besondere Bedeutung hat für ihn die Arbeit mit den Studierenden: "Nur durch direkte Betreuung können wir FinanzmathematikerInnen ausbilden, die es schaffen, kreativ, innovativ und kritisch zu denken", meint Josef Teichmann.

Forschung und Wirtschaft

An einer Universität muss zweifellos die Grundlagenforschung ohne unmittelbaren Bezug zur Praxis der Finanzwirtschaft einen Platz haben. Doch Wirtschaftsmathematik ist ein Bereich, in dem theoretische Forschung und praktische Anwendungen direkt ineinandergreifen. Josef Teichmann hat daher bereits in Wien die Zusammenarbeit mit der Privatwirtschaft gesucht, und diese Strategie will er auch an der ETH Zürich weiterverfolgen. „Wir können Banken und Finanzdienstleistern innovative mathematische Methoden zur Lösung ihrer Probleme anbieten, und umgekehrt werden an uns aus der Wirtschaft immer wieder ganz neue Fragestellungen herangetragen.“ erklärt er.

Gerade in der heutigen Situation ist ein Zusammenwirken von Wissenschaft, Politik und Wirtschaft wichtig. „Wir müssen uns Gedanken darüber machen, welchen Regeln die Märkte unterworfen werden müssen, damit der Risikotransfer optimal funktionieren kann und uns allen langfristig Nutzen bringt“, findet Josef Teichmann. „Finanzprodukte, komplizierte Portfolios und Derivate sind grundsätzlich nichts Negatives. Allerdings zeigen die Ereignisse der letzten Monate, dass fehlende Transparenz die Anhäufung von Risiken ermöglicht.“ Transparenz ist für Josef Teichmann ein ganz entscheidender Begriff, wenn es darum geht, Fehler, Ungerechtigkeiten und Verzerrungen zu bekämpfen. Hier spielen Medien, Wissenschaftskommunikation und Wissenschaft eine wichtige Rolle. Von allen Seiten - nicht nur von FinanzexpertInnen - soll Sinn und Unsinn von Neuerungen auf den Finanzmärkten immer wieder unter die Lupe genommen werden, fordert Josef Teichmann. Schließlich sind die Auswirkungen von guter oder schlechter Organisation der Finanzwirtschaft in allen Gesellschaftsbereichen zu spüren. Profundes Wissen und breite Diskussionen darüber sind für uns alle von großer Bedeutung.

An der ETH Zürich wird Josef Teichmann seine Tätigkeiten in Lehre und Forschung in einer der größten und erfolgreichsten europäischen Arbeitsgruppen im Bereich der Finanz- und Versicherungsmathematik fortsetzen.

Info-Box: Risikolose Derivate

Wie versichert uns eine Bank gegen Marktrisiko? Josef Teichmann illustriert das durch ein einfaches Beispiel:

Wir besitzen hundert Aktien im Wert von je einem Euro. Angenommen wir wissen, dass nächste Woche jede Aktie mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit €1.10, und mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit nur noch € 0.90 wert sein wird. Wenn der Wert steigt, wollen wir den Gewinn von $100 * € 0.10 = € 10$ einstreifen, doch gegen einen möglichen Kursverlust von € 10 wollen wir uns von der Bank versichern lassen: In diesem Fall soll unser Besitz gleichbleiben, der Verlust wird durch die Bank ausgeglichen.

Genau das kann die Bank nun in einem Derivat abbilden. Für die Prämie, die der Kunde bezahlt,

übernimmt die Bank das Marktrisiko des Verlustes. Nun ergeben sich zwei Fragen: Wie groß ist die Prämie, und wie geht die Bank mit dem Risiko in ihren Büchern um?

Die Antwort ist verblüffend einfach: Die Bank baut ein Portfolio auf, das ihr Risiko widerspiegelt. Der Einfachheit halber setzen wir die Zinsen null. Das Portfolio besteht nun aus einem Cashbetrag x und einer Anzahl von Aktien y . Steigt der Aktienkurs bis nächste Woche auf € 1.10, soll das Portfolio nichts abwerfen, denn in diesem Fall hat die Bank keinen Verlust zu kompensieren:

$$x + y \cdot 1.10 = 0$$

Sinkt der Aktienkurs aber, dann soll uns die Bank € 10 zahlen:

$$x + y \cdot 0.90 = 10$$

Diese beiden Gleichungen für zwei Unbekannte haben die Lösung

$$x = 55, y = -50$$

(und zwar ganz unabhängig von den Wahrscheinlichkeiten, mit denen der Kurs steigt oder fällt.)

Das bedeutet ein „Short Selling“ von 50 Aktien, die berühmten Leerverkäufe, für die die Bank heute € 50 erhält. Gemeinsam mit der Prämie von € 5 hält die Bank nun $x = € 55$ Cash. Nächste Woche ist der Wert dieses Portfolios entweder € 0, falls der Kurs steigt (dann braucht die Bank die vollen € 55 um den Leerverkauf zu bezahlen) oder (im Fall eines Kursverlustes) € 10 – das ist genau der Betrag, den die Bank uns bezahlen muss.

Viel komplizierter wird dieses Beispiel, wenn nächste Woche nicht nur zwei Aktienkurse möglich sind, sondern – wie in der Realität – jeder beliebige Kurs angenommen werden kann. Bei solchen realistischeren Modellen kommt der Ito-Kalkül zum Einsatz.