

Agnes Handwerk

Von der Mathematisierung  
in der Ökonomie  
zur modernen  
Finanzmathematik

Zeitzeugen berichten



Springer Spektrum

---

# Von der Mathematisierung in der Ökonomie zur modernen Finanzmathematik

---

Agnes Handwerk

# Von der Mathematisierung in der Ökonomie zur modernen Finanzmathematik

Zeitzeugen berichten

Mit einem Geleitwort von Thomas Mikosch

 Springer Spektrum

Agnes Handwerk  
Hamburg, Deutschland

ISBN 978-3-662-62636-8      ISBN 978-3-662-62637-5 (eBook)  
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-62637-5>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert durch Springer-Verlag GmbH, DE, ein Teil von Springer Nature 2021

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung: Annika Denkert

Springer Spektrum ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

---

## Geleitwort

Agnes Handwerk beschreibt in ihrer Danksagung, wie wir uns kennengelernt haben. Das war im Jahre 2009 während der Konferenz *Stochastic Processes and their Applications* an der TU Berlin. Agnes Handwerk zeigte dort ihren Dokumentarfilm zu Wolfgang Doeblins mysteriösem versiegeltem Brief an die Académie des Sciences, der erst im Jahre 2000 geöffnet wurde und interessante Resultate zur Theorie der Diffusionsprozesse enthielt. Als Journalistin hat sie sich für das Leben und Wirken verschiedener Mathematiker interessiert. Die Videodokumentationen über Wolfgang Doeblin und Yuri Manin (Late Style) entstanden in Zusammenarbeit mit Harrie Willems. Für den Deutschlandfunk Kultur hat sie Hörfunkfeatures über die Mathematiker Alexander Grothendieck und Kurt Heegner gemacht. Für ihren Bericht über Grothendieck wurde sie 2008 mit dem DMV-Journalistenpreis geehrt.

Sie hat keine mathematische oder naturwissenschaftliche Ausbildung; ihr Interesse an der Wissenschaft, besser: an Persönlichkeiten der Wissenschaft und deren Wirken in der Gesellschaft, begann bei der Arbeit am Doeblin-Film (2007). Das Jahr 2007 war auch der Beginn der weltweiten Banken und Finanzkrise, in der sich Billionen von Dollars in Luft auflösten und Milliarden von Menschen in Arbeitslosigkeit und Armut gestoßen wurden.

Die Frage, die in diesem Buch indirekt aufgeworfen wird, ist, welche Rolle die Finanzmathematik(er) in dieser Krise gespielt hat. Das Thema wurde z. T. aufmacherisch in den Medien verarbeitet. Ein Beispiel war ein Artikel von Felix Salmon.<sup>1</sup> Hier ist ein kurzer Auszug:

In the mid-'80s, Wall Street turned to the quantsbrained financial engineers – to invent new ways to boost profits. Their methods for minting money worked brilliantly ... until one of them devastated the global economy. It was hardly unthinkable that a math wizard like David X. Li might someday earn a Nobel Prize. After all, financial economists – even Wall Street quants – have received the Nobel in economics before, and Li's work on measuring risk has had more impact, more quickly, than previous Nobel Prize-winning contributions to the field. Today, though, as dazed bankers, politicians,

---

<sup>1</sup>Recipe for disaster: The formula that killed Wall Street. [www.wired.com](http://www.wired.com) vom 23. Februar 2009.

regulators, and investors survey the wreckage of the biggest financial meltdown since the Great Depression, Li is probably thankful he still has a job in finance at all. Not that his achievement should be dismissed. He took a notoriously tough nut-determining correlation, or how seemingly disparate events are related – and cracked it wide open with a simple and elegant mathematical formula, one that would become ubiquitous in finance worldwide.

For five years, Li's formula, known as a Gaussian copula function, looked like an unambiguously positive breakthrough, a piece of financial technology that allowed hugely complex risks to be modeled with more ease and accuracy than ever before. With his brilliant spark of mathematical legerdemain, Li made it possible for traders to sell vast quantities of new securities, expanding financial markets to unimaginable levels.

His method was adopted by everybody from bond investors and Wall Street banks to ratings agencies and regulators. And it became so deeply entrenched – and was making people so much money – that warnings about its limitations were largely ignored.

Then the model fell apart. Cracks started appearing early on, when financial markets began behaving in ways that users of Li's formula hadn't expected. The cracks became full-fledged canyons in 2008 – when ruptures in the financial system's foundation swallowed up trillions of dollars and put the survival of the global banking system in serious peril.

David X. Li, it's safe to say, won't be getting that Nobel anytime soon. One result of the collapse has been the end of financial economics as something to be celebrated rather than feared. And Li's Gaussian copula formula will go down in history as instrumental in causing the unfathomable losses that brought the world financial system to its knees ...

David Li ist vielleicht ein „Quant“, aber sicher weder Finanzmathematiker noch Wizard. Er hat eine Ausbildung als Aktuar und schlug eine Methode für die Bewertung sogenannter collateralized debt obligations (CDO) im Kreditrisikogeschäft vor (dafür wurde er bis zur Krise sehr gelobt), die mehr oder weniger unkritisch von vielen Kreditinstituten übernommen wurde, weil sie einfach zu implementieren war. Im Hintergrund des Modells steht eine multivariate Normalverteilung, die nur von Korrelationen abhängt, und unter dieser Annahme kann man gewisse Bewertungsformeln direkt ausrechnen. Das kann man selten, und so wurde es ein Erfolg.

Zu jener Zeit wurden die Modellannahmen nicht getestet, noch wurden Stress-tests (z. B. mit Simulationen) durchgeführt. Dass die Modellannahmen gewagt waren, wissen wir heute. Die Finanzkrise kam aber nicht wegen David Li's Formel. Letztere war nur der letzte Windhauch, der das von den Banken gebaute Kartenhaus der Finanzderivate zum Einstürzen brachte.

Ich erinnere mich an meine Zeit als Postdoktorand am Departement für Mathematik der ETH Zürich in den Jahren 1991–1992. Diese Abteilung war und ist eine der besten weltweit. Mein Betreuer an der ETH war Paul Embrechts; er war erst vor einigen Jahren (1989) nach Zürich gezogen und bemühte sich um eine Modernisierung der Versicherungsmathematik an der ETH. Zu jener Zeit war Finanzmathematik eine recht neue Richtung, selbst an der ETH im Bankenzentrum

Zürich. Die ersten Vorlesungen zum Thema wurden von Paul Embrechts gehalten. Bücher gab es damals wenige; er benutzte das französische Buch von Lamberton & Lapeyre sowie einige Artikel aus Zeitschriften.

Die Vorlesungen waren sehr gut besucht, bestimmt mit mehr als hundert recht jungen Teilnehmern, die meisten davon aus der Finanz- und Versicherungsindustrie, die wissen wollten, was es mit der Finanzmathematik auf sich hat. Viele waren ehemalige Diplomanden oder Doktoranden der ETH, die in der Praxis mit Finanzderivaten zu tun hatten. Unter den Teilnehmern war ein sehr starkes Interesse vorhanden und auch eine gewisse Aufbruchstimmung, nicht zuletzt aufgrund der Fähigkeit von Paul Embrechts, seinen Enthusiasmus über das Fach an die Studenten zu vermitteln. Es schien möglich, die finanziellen Risiken mit Hilfe der Mathematik in den Griff zu bekommen. Die ersten Diplomanden und Doktoranden begannen auf dem Gebiet der Finanzmathematik zu arbeiten. Sie wussten, dass sie sehr gut bezahlte Jobs in London, Frankfurt oder in den USA bekommen würden.

Das Interessante in diesen Jahren war, dass sich recht theoretisch orientierte Mathematiker und Ökonomen in die Finanzmathematik vertieften. Natürlich wendeten sie ihr Wissen aus der Funktionsanalysis, stochastischen Analysis, den partiellen Differentialgleichungen, der Maßtheorie, der statistischen Physik und anderen Gebieten an. Deshalb wurde die reine Finanzmathematik recht theorie-lastig.<sup>2</sup> Statistik, um die Modelle zu validieren, wurde so gut wie keine betrieben. Es gab auch so gut wie keine Daten.<sup>3</sup>

Ein erstaunliches Phänomen war, dass sich die Studenten in den Finanzmathematikvorlesungen in die nicht-triviale Theorie vertieften, ohne groß zu klagen, was sonst selten geschieht. Zum Beispiel war es ganz normal, dass man über die Girsanovtransformation Bescheid wusste und von äquivalenten Martingalmaßen und Snell envelopes sprach. Diese Fakten wurden bisher nur in sehr spezialisierten Vorlesungen vermittelt, nun wurden sie zum Gemeinwissen. Es entstand eine gemeinsame Sprache sowohl in der Finanzmathematik als auch bei den finanzorientierten Ökonomen.

---

<sup>2</sup>In Ländern wie den Niederlanden oder in Skandinavien fehlten z. T. die rein-mathematischen Spezialisten. Zum Beispiel in den Niederlanden wurde die Finanzmathematik vor allem durch Ökonometrie betrieben. Das geschah recht pragmatisch ohne Overkill durch die Mathematik.

<sup>3</sup>Ich erinnere mich an einen Diplomanden, den ich an der ETH betreute. Er sollte eine Zeitreihenanalyse von spekulativen Preisen durchführen, aber es gab fast keine Daten. Zeitreihen wurden aus Büchern oder Zeitschriften mit der Hand in den Computer eingegeben. Damit kam man nicht sehr weit. Ein Lichtblick waren die Aktivitäten des Research Institute on Applied Economics in Zürich, Olsen & Associates, das es leider in dieser Form nicht mehr gibt. Sie hatten die Idee, mit Hochfrequenzdaten zu arbeiten (damals waren das 5-Minuten-Preise), die elektronisch empfangen und sofort weiterverarbeitet wurden. Die Konferenzen in Zürich (1995 und 1998), die von O&A organisiert wurden, hatten einen sehr hohen akademischen Zuspruch. Zum Beispiel nahm der spätere Nobelpreisträger für Ökonomie Robert Engle an ihnen teil. Der Handel mit Hochfrequenzdaten wurde erst 10–15 Jahre später in großem Umfang möglich, als die Telekommunikation wesentlich weiter fortgeschritten war.

Plötzlich hielten Ökonomen Vorträge, in denen ganz natürlich risikoneutrale Maße auftraten. Ich war mir nicht immer sicher, ob sie wussten, wovon sie redeten, aber sie wirkten überzeugt.

Diese Entwicklungen brachten auch neue Perspektiven für den Fortschritt der Wahrscheinlichkeitstheorie. Wenn viele Finanzmathematiker in der Forschung tätig sind, werden einige dieser Resultate auch in anderen Teilgebieten der Mathematik und anderen Wissenschaften von Nutzen sein, so z. B. in der stochastischen Analysis, beim Verständnis neuer Klassen stochastischer Prozesse, in der stochastischen Optimierung und auch in der Versicherungsmathematik. Letztere ist ein wesentlich älterer Zweig der angewandten Mathematik. Finanzmathematisches Denken hat sich vor allem in der Lebensversicherungs- und Pensionsmathematik durchgesetzt, wo es ebenso um das Preisen und Hedgen von Produkten und um die Optimierung von Portfolios geht. Zum Beispiel müssen Pensionfonds darüber nachdenken, wie das Geld ihrer Klienten am besten angelegt wird, und dann müssen sie wissen, was auf dem Finanzmarkt geschieht, also auch was die Black-Scholes-Formel beinhaltet.<sup>4</sup>

Seit den 90er Jahren werden in Europa und weltweit immer mehr Finanzmathematikstudien angeboten, zum größten Teil an den Mathematik- oder Statistikinstituten der Universitäten, aber auch in Business Schools. Ein Studium der Finanzmathematik ist sehr attraktiv und verspricht den Graduierten eine sehr gute Bezahlung, zumindest zwischen den Finanzkrisen. Finanzmathematiker sind universell einsetzbar, sowohl in den Banken, Pensionsfonds, Versicherungen, in der Finanzaufsicht, aber auch in den großen accounting companies. Diese Studenten lernen nun eine z. T. kanonisch gewordene Theorie. In den letzten 20 Jahren wurden auch sehr viele Bücher zur Finanzmathematik publiziert.

In einem gewissen Sinne hat sich die Finanzmathematik selbständig gemacht und ist zu einem eigenen Markennamen geworden. Verselbständigung hat seine Vor- und Nachteile. Einerseits hat sich eine hinreichend große Gruppe von Spezialisten gebildet, die eine eigene Sprache entwickelt hat – das ist wichtig für eine effektive Kommunikation in der Gruppe und zur Formulierung von relevanten Problemstellungen. Andererseits führt dies aber zu einer Abgrenzung von anderen Zweigen der Mathematik. In der Bachelier Society haben sich die Finanzmathematiker organisiert; sie haben ihre eigenen Zeitschriften, Konferenzen, Workshops, PhD Schools. Die Abgrenzung hat aber auch dazu geführt, dass die Finanzmathematik innerhalb der Mathematik in den letzten 10–15 Jahren weniger wahrgenommen wird; in den 90er Jahren wurden die Arbeiten von Föllmer, Delbaen und Schachermayer mit großem Interesse auch von reinen Mathematikern verfolgt, da fundamentale mathematische Probleme gelöst wurden. Hervorragende Wahrscheinlichkeitstheoretiker wie Marc Yor, Albert N. Shiryaev, Phil Protter, Jean Jacod wurden von der Finanzmathematik angezogen. Sie hielten sie für so

---

<sup>4</sup>Siehe zum Beispiel: Thomas Møller und Mogens Steffensen, *Market-Valuation Methods in Life and Pension Mathematics*, Cambridge University Press, Cambridge UK, 2007.

wichtig, dass sie wesentliche Teile ihrer Forschung dem Thema widmeten, Marc und Albert schrieben sogar Bücher zum Thema.

Als ich das erste Mal mit Agnes Handwerk über das Thema Finanzmathematik und Finanzkrise sprach, war ich etwas überrascht, welchen Blick sie auf den Beruf des (Finanz-)Mathematikers hatte. Das kommt in dem Buch auch sehr gut zum Ausdruck. Sie versucht als Journalistin zu verstehen, was die Mathematik in den Jahren 1990 und davor getrieben hat, um in die Richtung der Finanz zu gehen. Sie hat interessante Interviews mit einigen herausragenden Persönlichkeiten gemacht, die, wie Hans Föllmer, Werner Hildenbrand, Freddy Delbaen, mit den ökonomischen Theorien vertraut waren, was sich auch in deren Forschung widerspiegelte. Die meisten Mathematiker haben und hatten aber dieses Wissen nicht und nahmen und nehmen viele der Annahmen in den Modellen als gegeben (Axiome) hin. Dabei stehen bedeutende ökonomische Annahmen wie die Gleichgewichtstheorie, die Non-Arbitrage Hypothese oder die effizienten Märkte im Hintergrund. Eine unbeantwortete Frage ist, ob diese ökonomischen Annahmen entsprechend mathematisch modelliert werden können. In der Physik ist die Mathematik ein nützliches Mittel zur Beschreibung der Realität. Dort kann man Experimente wiederholen und damit eine Hypothese falsifizieren oder akzeptieren. In der Finanz wiederholt sich nichts, weil sie von Menschen getrieben wird, die oft nicht rational handeln, obwohl sie denken, dass sie es tun.<sup>5</sup>

Die meisten Interviews, die die Grundlage dieses Buches bilden, erscheinen mir sehr ehrlich bezüglich der Aussagen der Interviewten. Das ist sicher ein Verdienst von Agnes Handwerk. Sie hat die richtigen Fragen gestellt und, da sie eine Journalistin ist, hatten die Interviewten vielleicht weniger Scheu, mit ihr als mit einem Kollegen zu reden, der ihnen vielleicht Vorwürfe irgendwelcher Art gemacht hätte (wie wir sie zum Beispiel in der französischen Mathematikervereinigung nach 2008 gehört haben). Werner Hildenbrand zum Beispiel sagt ganz ehrlich, dass sein Verhältnis zur Mathematik ein anderes geworden ist. Modelle nimmt er nicht mehr als gegeben (wie Diffusionen, Martingale, die geometrische Brownsche Bewegung etc.), weil sie evtl. nicht realistisch sind und, falls sie realistisch sind, nur eine bestimmte Lebensdauer haben können. Der Black-Scholes-Prozess und dessen hunderte Variationen modellieren spekulative Objekte nur in ganz speziellen Situationen, z. B. wenn es keine Marktturbulenzen gibt. In solchen Situationen ist die klassische Finanzmathematik durchaus anwendbar und zuverlässig, wenn man nicht vergisst, dass kein Modell ideal ist. Praktiker wissen oft, wie man die Black-Scholes- und andere Preis-Formeln unter sich ändernden Bedingungen kalibrieren muss.

In den letzten Jahrzehnten wurden hunderte, vielleicht tausende Arbeiten geschrieben, die Alternativen zur geometrischen Brownschen Bewegung und zur Black-Scholes-Formel untersuchen. Bereits in den 90er und dem Beginn der

---

<sup>5</sup>Eine einsichtsvolle Lektüre über das nicht sehr rationale Verhalten von Bankern während ihrer Arbeitszeit und danach ist das Buch von Geraint Anderson *Citiboy: Beer and Loathing in the Square Mile*, Hachette UK, 2010.