



Die Wegbereiter


Börsengurus der
Neuzeit

Louis Bachelier –
Begründer der Finanzmathematik

Ein Vordenker der Mathematik, dessen Werk zu seinen Lebzeiten nie die Wertschätzung erhielt, die ihm heute vor allem in wissenschaftlichen Kreisen zuerkannt wird. Gemeint ist Louis Bachelier, französischer Mathematiker und Wegbereiter der modernen Finanzmathematik, der mit seinen Ideen die Grundlage für heutige Optionspreismodelle lieferte. Trotz dieser erheblichen Leistung ist der Name Bachelier nur den wenigsten Menschen geläufig.

Louis Bachelier wird heute als Pionier der modernen Finanzmathematik gesehen, der seiner Zeit weit voraus war. So lieferte Bacheliers Dissertation „Théorie de la Spéculation“ (Idee: probabilistischer Zugang zum Kapitalmarkt) eine erste Antwort auf die Frage, wie der Gegenwartswert einer Option bestimmt werden kann. Am Anfang des 20. Jahrhunderts hatten die damaligen Optionen allerdings noch leicht unterschiedliche Spezifikation im Vergleich zu den heutigen Standardoptionen. So waren die Optionenpreise festgelegt auf 10, 20 und 50 Centimes (100 Centimes = 1 Franc) beispielsweise für eine Immerwährende Anleihe und die Basispreise fluktuierten. Das bedeutet, dass in der klassischen Optionspreisformel die inverse Beziehung zwischen Basiskurs und Basispreis gesucht wird. Für diese Beziehung gibt es allerdings keine explizite Formel, sodass hier eine numerische Approximation stattfinden musste. Bachelier fand hierfür einen recht einfachen Ausdruck, dieser ließ sich auch ohne die heute zur Verfügung stehenden Rechenleistungen von Computern schnell berechnen.


Bachelier wurde am 11. März 1870 in Le Havre, Frankreich geboren und verstarb am 26. April 1946 in Saint-Servan-sur-Mer, Frankreich. Die Eltern Alphonse Bachelier, ein Weinhändler in Le Havre, und Cécile Fort-Meu, Tochter eines Bankiers, ver-



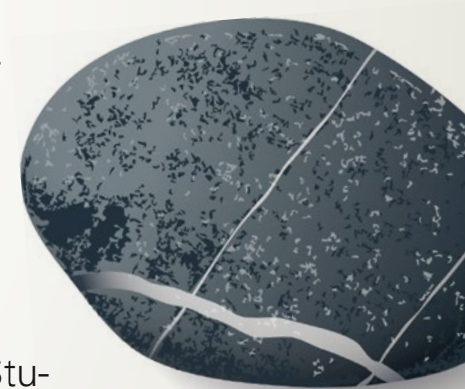
starben 1889, nachdem der Sohn die weiterführende Schule beendet hatte. Die Kenntnisse über Bacheliers Leben nach dem Tode der Eltern bis 1892 sind nicht eindeutig belegt: So mutmaßen einige Quellen, dass Bachelier zunächst den Weinhandel der Familie übernahm, wieder andere Quellen gehen davon aus, dass er nach dem Militärdienst Le Havre in Richtung Paris verlassen hat und dort an der Pariser Börse in unbestimmter Funktion tätig war. Als unbestritten gilt jedoch, dass sich Bachelier außerordentliche Kenntnisse des Kapitalmarkts angeeignet hat, was unter anderem in seiner Dissertation deutlich wurde.


Exkurs

Die Pariser Börse war zur damaligen Zeit eine der bedeutendsten Börsen im Bereich der „Immerwährenden Staatsanleihen“ (dies sind Anleihen mit unbestimmter Fälligkeit, das heißt, das Nominal wird nicht zurückgezahlt). Die Stabilität dieser Anleihen wurde durch die französische Regierung sowie den Gold Franc (gefixter Wechselkurs 1 Gold Franc = 0,290322g Feingold) garantiert. Das an der Pariser Börse gehandelte Volumen betrug um 1906 in etwa das Dreifache des französischen Bruttoinlandsprodukts zum gleichen Zeitpunkt (ca. 216 Mrd. Internationale Dollar in Kaufkraftparitäten).




Im Jahr 1892 nahm Bachelier das Mathematikstudium an der Pariser Sorbonne auf, wo er unter anderem von Émile Picard und Henri Poincaré lernte, zwei der bedeutendsten Mathematiker ihrer Zeit. Nachdem Bachelier das Grundstudium beendet hatte, verfolgte er sein Studium weiter und entschloss sich, seine Dissertation über ein damals äußerst ungewöhnliches Thema zu verfassen, welches eine Kombination seiner Erfahrung an der Pariser Börse sowie seiner an der Sorbonne erworbenen Kenntnisse der Wärmetheorie (Diffusionsgleichungen) und der Wahrscheinlichkeitstheorie darstellte. Bachelier stützte sich





in seiner Dissertation auf Beobachtungen von Anleihenpreisen, die er während seiner Zeit in Paris an der dortigen Börse gemacht hatte. Unter anderem schlussfolgerte er, dass sich die Kurse in einem unmöglich vorherzusagenden Muster bewegen. Diese Bewegung ist vor allem unter der englischen Bezeichnung „Random Walk“ bekannt (dt. Zufallsbewegung oder (symmetrische) Irrfahrt) und kann anschaulich mit der Fortbewegung eines desorientierten Fußgängers verglichen werden. Die obige Formulierung bildet prinzipiell einen wichtigen Bestandteil der 1970 von Eugene Fama formulierten Markteffizienzhypothese.



Die Dissertation Bacheliers erlangte damals nie die Relevanz und Anerkennung, die ihr heute zuteilwird, was vor allem dadurch bedingt war, dass das Thema im Vergleich zum damaligen mathematischen Fokus schon fast esoterische Züge hatte. So schrieb etwa Poincaré in seiner Bewertung der Arbeit: *„Das von Herrn Bachelier gewählte Thema, ist im Gegensatz zu von unseren anderen Bewerbern normalerweise eingereichten Themen weit entfernt. Der Titel seiner Thesis lautet ‚Théorie de la Spéculation‘ und beschäftigt sich mit der Anwendung der Wahrscheinlichkeitstheorie auf den Aktienmarkt. Eine erste Befürchtung, dass der Autor die Anwendbarkeit der Wahrscheinlichkeitstheorie in einem übertriebenen Maße*

postuliert, bewahrheitet sich glücklicherweise nicht.¹ [...] Er ist bestrebt, Grenzen zu setzen innerhalb derer die Grundsätze seiner Argumentation eine legitime Applikation finden.“

Bacheliers Ansatz legte eine arithmetische Brownsche Bewegung zur Simulation der Aktienkursbewegung zugrunde und vernachlässigte die Risikoaversion von Investoren. Trotz einiger Schwächen – zum Beispiel können Aktienkurse unter obigen Voraussetzungen auch negativ werden – dauerte es länger als 60 Jahre bis eine zweite Modellgeneration veröffentlicht wurde. Eine erste geschlossene Optionspreisformel für europäische Optionen, die auch praktische Anwendung fand, wurde sogar erst 73 Jahre nachdem Bachelier seine Arbeit veröffentlichte, publiziert. Robert Merton und Myron Scholes erhielten für diese Leistung im Jahr 1997 den Wirtschaftsnobelpreis, Fischer Black verstarb bereits am 30. August 1995 und war somit als Preisempfänger nicht mehr zulässig. Die Ergebnisse beider Modelle sind erstaunlich nah beieinander und liefern auch für am Geld liegende Optionen mit einer kurzen Laufzeit (damals waren die Laufzeiten für Optionen ungefähr zwei Monate) ähnliche Ergebnisse. Die Ansätze, die in beiden Arbeiten verfolgt wurden, unterscheiden sich jedoch grundlegend, so basierte die Arbeit von Black, Scholes und Merton auf dem Prinzip der Arbitragefreiheit, Bachelier hingegen legte Folgendes zugrunde: *„L’espérance mathéma-*

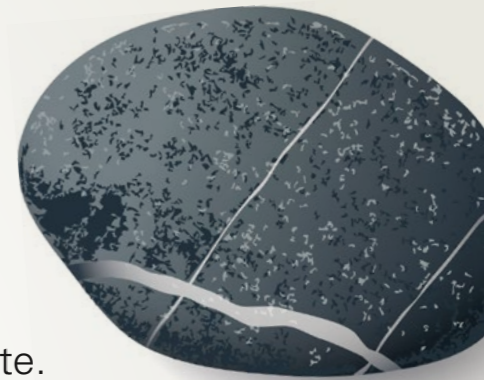
tique de l'acheteur est nulle".² Frei übersetzt bedeutet dies: „der mathematische Erwartungswert eines Investors ist Null“. Er begründete dies mit Gleichgewichtsüberlegungen (die auch in der Markteffizienzhypothese zu finden sind). Der wohl markanteste Unterschied findet sich bei der tiefergehenden Betrachtung beider Modelle. So ist dem Black-Scholes-Modell eine Theorie zu Replikations- sowie (dynamischen) Hedgingstrategien angehängt, die bei Bachelier nicht zu finden ist.

Bacheliers Dissertation geriet schnell wieder in Vergessenheit und zirkulierte erst wieder in den 1950er Jahren in ökonomischen Kreisen, was vor allem Paul Samuelson und Leonard Jimmie Savage zu verdanken war, Letzterer übersetzte Bacheliers Dissertation ins Englische. Das mangelnde Interesse außerhalb Frankreichs, beispielsweise am Finanzplatz New York, kann unter anderem mit dem Aktienmarkt-Boom Anfang des 20. Jahrhunderts und der darauffolgenden Finanzkrise erklärt werden. So stieg der Dow Jones Industrial Average in der Zeit von 1900 bis 1929 um ca. 458 Prozent, womit eine weitreichende mathematisch fundierte Betrachtung des Aktienmarkts nicht als notwendig angesehen wurde. In den danach herrschenden Jahren der Depression und Rezession nach dem Börsencrash 1929 wurde der Aktienmarkt von Wissenschaftlern kaum untersucht,

sodass Bacheliers Thesen erst in den 1950er Jahren wieder aufgegriffen und weiterentwickelt wurden.

Die geringe Aufmerksamkeit die Bacheliers Dissertation innerhalb Frankreichs erhielt, ist vor allem damit zu begründen, dass der mathematischen Elite in Paris in Bacheliers Arbeit die nötige mathematische Strenge fehlte. Diese konnte allerdings nicht vorhanden sein da die hierzu notwendigen mathematischen Theorien wie die Maßtheorie oder die Theorie der Stochastischen Prozesse noch gar nicht entwickelt worden waren. Nichtsdestotrotz waren die Ausführungen Bacheliers größtenteils korrekt und sollten eine wichtige Grundlage für weitere Meilensteine der Mathematik, wie die Arbeiten von Norbert Wiener, Andrei Kolmogorov oder auch Kiyoshi Itô, bilden. Wobei vor allem Letzterer durch die Entwicklung des Itô-Kalküls erst den Grundstein des wohl bekanntesten Optionspreismodells, des Black-Scholes-Modells legte.

Die Kritikpunkte an seiner Dissertation verwehrten Bachelier den Zugang zu einer gehobenen akademischen Laufbahn, seinerzeit gab es nur ca. 50 Lehrstellen für Mathematik in ganz Frankreich. Das weitere Leben Bacheliers in den Jahren nach 1890 verlief relativ unspektakulär, so erhielt er gelegent-





lich Stipendien, um seine Studien fortzusetzen, vor allem auf Empfehlungen von Émile Borel, und arbeitete als freier Professor an der Sorbonne. Nach Ausbruch des Ersten Weltkriegs wurde Bachelier von der französischen Armee eingezogen und führte seine Karriere nach Ende des Kriegs in Besançon als Dozent fort. Die nächste Chance auf einen Lehrstuhl erhielt Bachelier erst im Jahr 1926 in Dijon, auch hier wurde sein Ruf, aufgrund der ungerechtfertigten Kritik von Paul Lévy an einer von Bacheliers Publikationen, abgelehnt. Eine Versöhnung zwischen den beiden erfolgte erst 1931, nachdem Lévy feststellte, dass sich Kolmogorov auf Bacheliers Arbeiten bezog und diese schätzte. Infolgedessen entschuldigte Lévy sich mit einem Brief bei Bachelier für seinen Fehler. Auf die akademische Laufbahn Bacheliers hatte dies freilich keine größeren Auswirkungen mehr, nachdem dieser bereits 1927 nach Besançon zurückgekehrt war, um an der dortigen Universität eine Festanstellung als Professor anzunehmen.

Erst nach seinem Tod im Jahr 1946 wurde Bachelier allmählich die ihm gebührende Ehre zuteil. Vom heutigen Standpunkt betrachtet, kann Bachelier definitiv als einer der größten und innovativsten Vorreiter im Bereich der Finanzmathematik bezeichnet werden. So trägt auch die 1996 gegründete internationale finanzmathematische Vereinigung

den Namen „Bachelier Finance Society“. Diese vergibt alle zwei Jahre einen mit 5.000 Euro dotierten Preis für die innovativsten Forschungsarbeiten von Doktorstudenten bzw. an junge Forscher, deren Promotion nicht länger als zwei Jahre in der Vergangenheit liegt.

- 1 Freie Übersetzung aus dem Englischen. Das Original ist im Nationalarchiv zu finden: Registre des thèses de la Faculté des Sciences de Paris, Archives nationales, 11 rue des Quatre-Fils, 75003 Paris, classification AJ/16/5537
- 2 Bachelier, L.: Théorie de la Spéculation, Paris 1900, Seite 49, siehe auch http://www.numdam.org/item/ASENS_1900_3_17_21_0

Quellen:

Murad S. Taqqu, Bachelier and his Times: A Conversation with Bernard Bru,
<http://math.bu.edu/people/murad/pub/bachelier-english43-fin-posted.pdf>

Pierre-Cyrille Hautcoeur/Angelo Riva, The Paris Financial Market in the 19th Century: Complementarities and Competition in Microstructures,
https://www.parisschoolofeconomics.eu/IMG/pdf/PCHAR_EHR.pdf

Walter Schachermayer/Josef Teichmann, How close are the option pricing formulas of Bachelier and Black-Merton-Scholes?,
<https://people.math.ethz.ch/~jteichma/finalversion071108.pdf>

