Die Sicht der Spieltheorie zum Risikomanagement

Zustandsrisiken und Verhaltensrisiken sind nicht dasselbe

Im Beitrag wird der Optionspreistheorie von Black-Scholes-Merton die Theorie des Nash-Gleichgewichts der Spieltheorie gegenüber gestellt. Der Finanzmarkt ist kein passiver Mitspieler. Jeder Akteur überlegt bei jeder Entscheidung, wie sein Gegenspieler reagieren könnte und bezieht dessen Reaktionen in seine eigenen Entscheidungen mit ein. Dass erst diese strategische Sicht das Risikomanagement in die Lage versetzt, die Anforderungen von Basel II auch in einem formalen Rahmen in Gänze umzusetzen, wird am Beispiel einer Finanzoption gezeigt. Ein weiteres Beispiel bezieht auch Realoptionen mit ein.

Risikomanagement im „Schatten“ von Basel II

Ausgangspunkt der Spieltheorie sind Gesellschaftsspiele (Go, Poker, Schach), deren Ergebnis im Gegensatz zu Glücksspielen (Bakkarat, Roulette, Würfeln) nicht nur vom reinen Zufall, sondern auch von der Strategie der Spieler abhängt. Dabei suchen die Spieler im Rahmen der Spielregeln ihren Vorteil. Die Spieltheorie ist das formale Instrumentarium zur Beschreibung und Vorhersage von Spiellösungen. Als Theorie des strategischen Kalküls beeinflusst sie viele Wissenschaften: Sie beschreibt die Statistik des Münzwurfs ebenso wie Strategien, die etwa im Militär durchgespielt werden. In den Wirtschaftswissenschaften hilft sie zum Beispiel Preis- oder Handelsabkommen zu verstehen. Das so genannte „Nash-Gleichgewicht“ ist die Lösung eines Spiels, weil kein Spieler eine Steigerung seines Nutzens erreichen kann, falls alle anderen Spieler ihrer Gleichgewichtsstrategie folgen.

Da die Mehrzahl der Risiken nicht von Naturereignissen bestimmte Zustandsrisiken, sondern von Motiven, Information, Reputation und Anreizen bestimmte Verhaltensrisiken sind, ist die Spieltheorie auch im modernen Risikomanagement ein universeller Ansatz. Vor allem durch Basel II sind die Finanzmärkte zu einem wichtigen Anwendungsgebiet der Spieltheorie geworden. Nach dem „Spielregelsystem“ von Basel II sind nämlich in Zukunft auch qualitative Risiken (statistisch nicht messbare Verhaltensrisiken) zu quantifizieren. Unter diesen Umständen sind Ansätze, die einfach unterstellen, dass Kurse mit gleicher Wahrscheinlichkeit steigen oder fallen (also dass der Münzwurf nur „Kopf“ oder „Zahl“ zeigen kann) allerdings zu einfach. Zustandsrisiken (wie etwa Erdbeben, Vulkanausbrüche, Flutwellen) folgen mathematischen Zufallsgesetzen; Verhaltensrisiken folgen Mustern wider der Natur des Münzwurfs. Damit wird eines deutlich: Risikomanagement auf Münzwurf-Basis und Richtlinien von Basel II passen konzeptionell nicht zusammen. Daher lautet die Frage: Was ist zu tun?

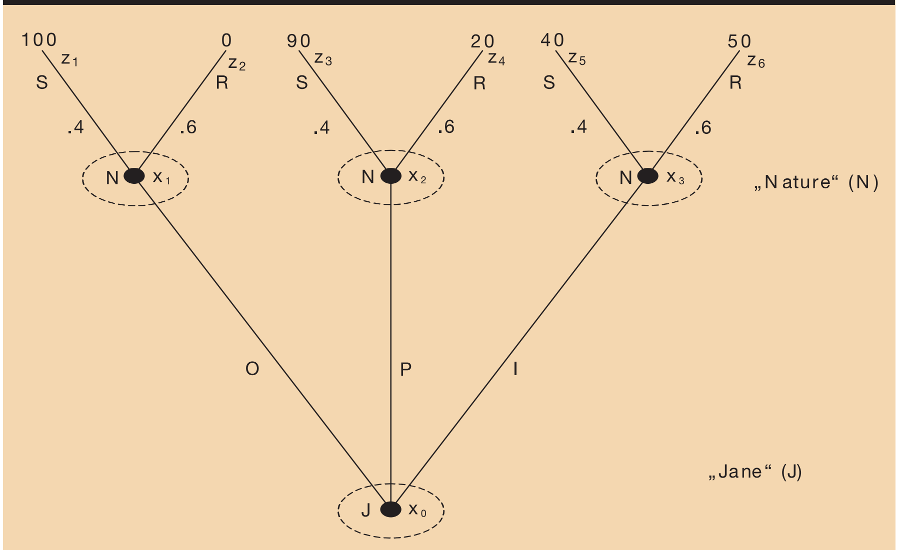
Risikomanagement im „Licht“ von Basel II

Die eher mageren Ergebnisse des Standardrisikomanagements geben Anlass zur Sorge. Dass Standardrisikomanagement als „Spiel gegen die Natur“ in nicht-strategischer Form betrieben wird, ist hierbei das zentrale Problem. So steht mit der Optionspreistheorie von Black, Scholes und Merton (BSM) auch einer der Grundpfeiler der Finanzierungslehre auf tönernen Füßen. Zum Nahezu-Bankrott des Hedgefonds „Long Term Capital Management (LTCM)“ im Jahre 1998 schreibt beispielsweise Stulz: „Modern finance traditionally assumes that there is enough competition in markets that investors or companies can take prices as given and simply react to them. The foundational work of Merton and Scholes is grounded in this assumption, as is virtually all subsequent research in derivatives pricing. Yet, in 1998, the prices at which LTCM could trade depended on what the market thought LTCM would or could do.” [Stulz 2000].

Die grundlegende Aussage von Stulz, dass die Entscheider mit dem BSM-Modell den falschen Ansatz gewählt haben, darf nicht länger ignoriert werden. Man betrachte nur die bisher schon realisierten Schäden aus einem Modellplatonismus, der nicht auf die Risiken zugreift, um die es wirklich geht. So schlicht wie die Erkenntnis von Stulz auch erscheint, so hart sind die Konsequenzen. Da jedes Modell mit seinen Annahmen steht und fällt, ist eine gravierende Änderung der Vorgehensweise erforderlich. Einer Klientel, die mit der BSM-Theorie ein Universalmodell zu haben glaubt, sind Fähigkeit und Möglichkeit einer umfassenden Lösungsfindung abhanden gekommen. Welche Annahmen sind bei BSM nach Stulz falsch? Durch welche alternativen Annahmen sollten sie ersetzt werden? Wir beschränken uns auf das Wesentliche. Die beiden zentralen Annahmen lauten: 1) das No-Arbitrage-Gleichgewicht wird durch das Nash-Gleichgewicht ersetzt und 2) es existiert eine endogen festgelegte Dichtefunktion für das Underlying.

Bekanntermaßen basiert die BSM-Theorie auf der Annahme eines exogen gegebenen stochastischen Prozesses oder einer exogen gegebenen Dichtefunktion für das Basisinstrument. Die Markowitz-Portfoliotheorie geht, das soll noch bemerkt werden, ebenfalls von dieser Annahme aus. Die Parameter des Prozesses oder der Dichte bleiben im Verlauf des Entscheidungsprozesses unverändert. Wie auch immer sich der Entscheider festlegt – seine Entscheidung hat keine Auswirkungen auf die in den konstanten Parametern ausgedrückte Marktsituation. Wenn der Markt nicht reagiert, spricht man von Mengenanpasserverhalten. Man kann auch sagen, dass der Markt laut Modellannahme ein passiver Mitspieler ist. Ist das der Fall, erscheint es durchaus plau-

Janes Entscheidungsbaum ▶ **Abb. 01**



sibel, Arbitrage-Freiheit als Gleichgewichtskonzept zu unterstellen. Wenn keine Arbitrage-Gewinne realisiert werden können, stellen die Marktteilnehmer ihre Transaktionsaktivitäten ein. Erst bei einer Störung des Arbitrage-Gleichgewichtes durch exogene Parameteränderungen werden neue Aktivitäten profitabel. Diese Aktivitäten werden erst dann wieder eingestellt, wenn die Arbitrage-Gewinne verschwunden sind.

Im Folgenden stellen wir der BSM-Theorie die Theorie des Nash-Gleichgewichts gegenüber. Der Markt ist kein passiver Mitspieler. Jeder Akteur überlegt bei jeder Entscheidung, wie sein Gegenspieler reagieren könnte und bezieht diese Reaktionen in seine eigene Entscheidung ein. Der Physikalismus des Münzwurfs als alltagstaugliches Erklärungsprinzip stößt an seine Grenzen, wenn nicht alle Akteure dasselbe Spiel spielen. Die Parameter der Dichtefunktion oder des stochastischen Prozesses werden im Zuge der Entscheidungsfindung ständig korrigiert und ständig endogen neu festgelegt, weil ein Optimierungsproblem eine Designaufgabe ist, wenn es viele Optionen gibt: wahrscheinliche, unwahrscheinliche und solche, die man nicht kennt. Damit ist eines klar: Die Exogenität der Parameter beschreibt einen Grenzfall. Keine „allgemeine Theorie“ darf sich darauf konzentrieren. Das BSM-Modell ist ein unrealistischer Spezialfall.

Zur Veranschaulichung der oben formulierten These wird zunächst das Party-Problem von Howard [Howard 1986] diskutiert. Es ist ein Entscheidungsproblem bei reinen Zustandsrisiken; strategische Aspekte werden noch ignoriert. Im darauf folgenden Abschnitt wird dann die strategische Entscheidungssituation analysiert: Wir berücksichtigen jetzt Verhaltensrisiken. Die Auszahlungen der Spieler werden berechnet. Aus der Auszahlungs-Matrix wird das Nash-Gleichgewicht ermittelt. Dabei wird gezeigt, dass ein Optionspreis auch ohne Verwendung der BSM-Theorie berechenbar ist. Die Dichtefunktion ist nun das Resultat eines interdependenten Entscheidungsprozesses.

Howards Party Problem

Ein Beispiel

Jane (J) plant im Zeitpunkt t=0 eine Party für den Zeitpunkt t=1. Sie hat drei Alternativen: Die Party kann im Garten (Outdoors=O), auf der Terrasse (Porch=P) oder im Haus (Indoors=I) stattfinden. Die Entscheidung über den Ort der Party muss in t=0 getroffen werden. In t=1 wird durch die Natur (N) einer von zwei möglichen Umweltzuständen ausgewählt: Es kann entweder sonnig (Sunny=S) oder regnerisch (Rainy=R) sein. Hier sei angenommen, dass Jane folgende Eintrittswahrscheinlichkeiten (prob) für S und R annimmt: prob(S)=0,4 und prob(R)=0,6. Es wird ferner angenommen, dass Jane risikoneutral ist. Die exogen gewählten Auszahlungen dieser Entscheidungssituation sind in ▶ **Abb. 01** aufgelistet.

Dabei werden die Entscheidungsknoten mit xi (i = 0,1,2,3) bezeichnet. In xi (i = 1,2,3) wählt die Natur zufällig zwischen S und R; x0 ist Janes Entscheidungsknoten. Nach dem Zug der Natur ist das „Game against Nature“ mit seinen Auszahlungen in den Endknoten zi (i = 1,...,6) eindeutig spezifiziert. Dabei wählt Jane mit einer ihrer Alternativen O, P, I bei x0 eine der Lotterien LO, LP, LI. Sie sind durch LO := (100, 0; 0,4, 0,6), LP := (90, 20; 0,4, 0,6), LI := (40, 50; 0,4, 0,6) gegeben. Die erwartete Auszahlung jeder Lotterie wird mit EO, EP, EI bezeichnet. Man erhält EO = 40, EP = 48, EI = 46. Da für Jane Risikoneutralität unterstellt wurde, wird sie jene Aktion wählen, die die maximale Erwartungsauszahlung hat. Damit wird sie in x0 die Aktion P wählen, da EP = 48 die größte der drei Erwartungsauszahlungen ist.

Verknüpfung mit der Options-Idee

Bislang sah die Folge der Entscheidungen folgendermaßen aus: Jane macht den ersten Schritt, die Natur wählt hinterher. Jetzt drehen wir die Sequenz der Schritte um: Die Natur wählt zuerst, danach darf Jane ihre Entscheidung festlegen. Bei ihrer Entscheidung kennt Jane also mit Sicherheit die Situation, welche die Natur zuvor festgelegt hat. Die neue Situation kann folgendermaßen interpretiert werden: Für Jane existiert eine Option in dem Sinne, dass sie ihre künftige Entscheidung bei Kenntnis des realisierten Umweltzustandes treffen darf. Dieses Privileg ist natürlich wertvoll. Der Wert der Option ist der später abzuleitende Optionspreis. Der Kauf einer Option ist mit dem Zugang zu einem Frühwarnsystem vergleichbar. Der Optionspreis ist damit der Maximalpreis, den Jane für den Zugang zum Frühwarnsystem zu zahlen bereit ist.

Die mit der neuen Entscheidungssituation verbundene neue Lotterie ist L* := (100, 50; 0,4, 0,6). Denn Jane wählt O, wenn das Frühwarnsystem den Zustand S prognostiziert. Sie wählt I, wenn der Zustand R prognostiziert wird. Die entsprechenden Auszahlungen sind 100 bzw. 50. Die neue Lotterie wird als „Optionslotterie“ bezeichnet. Sie hat eine erwartete Auszahlung von 70 (= 100 x 0,4 + 50 x 0,6).

In der Ausgangssituation konnte Jane eine maximale Erwartungsauszahlung von 48 realisieren. Das war die Situation ohne die Optionslotterie. Wie eben berechnet, kann nun mit der Optionslotterie eine Auszahlung von 70 erwartet werden. Der Wert von Janes Option beträgt somit 22

(= 70 - 48). Diese Differenz ist also der Maximalpreis, den Jane bereit ist, für den Erwerb der Lotterie zu zahlen.

Dabei variiert der Wert der Option natürlich mit veränderten Eintrittswahrscheinlichkeiten für die beiden Umweltzustände S und R. Diese Wahrscheinlichkeitswerte werden wir im nächsten Schritt als strategische Aktionsparameter eines neuen Spielers einsetzen. Der neue Spieler kann an den Eintrittswahrscheinlichkeiten „drehen“. Dabei wird er natürlich darauf achten, was für ihn selbst dabei abfällt. Wir ahnen schon die strategische Interdependenz dieser neuen Situation. Im nächsten Abschnitt werden wir die strategische Entscheidungssituation im Detail analysieren.

Strategische Optionen: Ein Modell

Die Berechnung von Auszahlungen

Mit dem „Regenmacher” St. Peter betritt nun ein neuer Spieler die Bühne. Er trifft seine Entscheidung über der Menge denkbarer Wahrscheinlichkeitsverteilungen oder Dichtefunktionen für die zwei möglichen Umweltzustände S und R. Dabei hat St. Peter einen Anreiz, in das Spiel einzutreten: Er darf nämlich erwarten, von dem oben berechneten Gewinn von 22 einen substanziellen Teil zu erhalten.

Für die weitere Argumentation ist entscheidend, dass die Eintrittswahrscheinlichkeiten für die Umweltzustände nicht mehr exogen gegeben sind. St. Peter ist in einer Position, Jane Informationen über alternative Wahrscheinlichkeitsverteilungen zu liefern. Mit diesen Informationen kann Jane ihre Auszahlungen kalkulieren. Völlig parallel dazu kann St. Peter die für ihn relevanten Auszahlungen berechnen. Wir werden sehen, dass es sich bei der Entscheidungssituation um ein nicht-kooperatives Zwei-Personen-Spiel handelt. Dabei wird von beiden Seiten ein Nash-Gleichgewicht realisiert. In der folgenden Diskussion wird St. Peter als Spieler 1 and Jane als Spieler 2 bezeichnet.

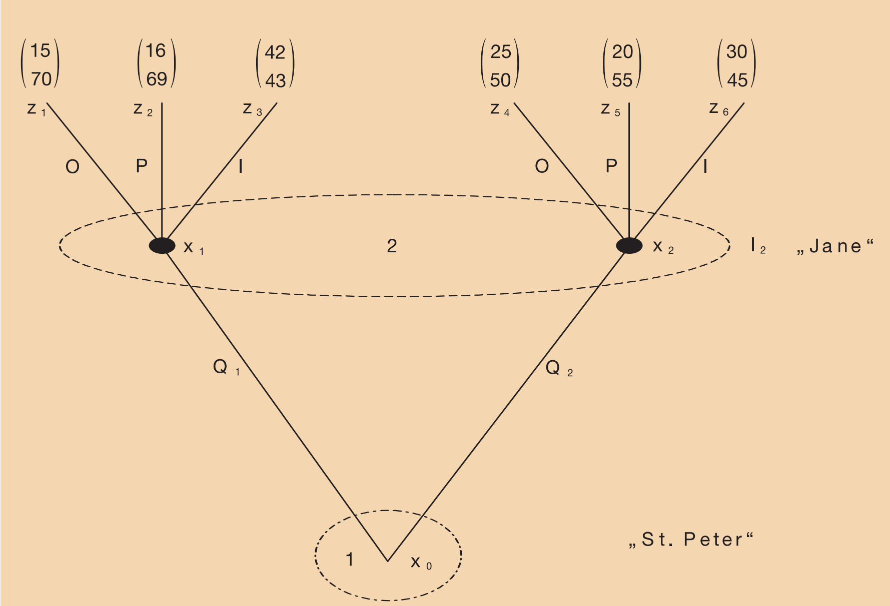
Wir diskutieren den einfachsten Fall, wo Spieler 1 nur über zwei Strategien Q1 := (q1,1 - q1) und Q2 := (q2,1 - q2) verfügt. Dies bedeutet, dass mit der Wahl der Strategie Qi die Umweltzustände S und R mit den Wahrscheinlichkeiten qi und 1 - qi (i = 1,2) realisiert werden. Die Strategienmenge von Spieler 2 ist wie bisher O, P, I. Der strategische Aspekt in Howards „Party Problem” wird deutlich, wenn für Spieler 1 die Alternativen Q1 := (0,7 ; 0,3) und Q2 := (0,5 ; 0,5) betrachtet werden. Die strategische Interaktion wird in der extensiven Form des Spiels in ▶ **Abb. 02** gezeigt. Die Details aus dieser Abbildung werden wir unten erklären.

Das Spiel beginnt in x0. Spieler 1 entscheidet mit seinem Zug darüber, ob der Zustand S mit einer Wahrscheinlichkeit von 0,7 oder 0,5 auftritt. Entsprechend gilt für R entweder 0,3 oder 0,5. Die Entscheidungsknoten von Spieler 2 werden mit {x1, x2} bezeichnet. Dabei zeigt die Ellipse um {x1, x2}, dass die beiden Entscheidungsknoten Elemente einer Informationsmenge I2 sind. Dies heißt, Spieler 2 weiß bei seinem Zug nicht, an welchem Punkt der Informationsmenge er zu entscheiden hat. Oder anders ausgedrückt: Spieler 2 hat bei seiner Entscheidung keine Informationen über den zuvor gemachten Zug von Spieler 1. Die Endknoten zi (i = 1, ..., 6) markieren das Ende des Spiels mit den für jeden Spielverlauf zuzuordnenden Auszahlungen. Die konkreten Werte werden weiter unten dargestellt. Dabei steht die erste Komponente des Auszahlungsvektors für die Auszahlung des Spielers 1 und die zweite Komponente ist die Auszahlung des Spielers 2. Es wird angenommen, dass auch Spieler 1 (St. Peter) risikoneutral ist.

Die Auszahlungen von Spieler 2 errechnet man nun wie folgt: Angenommen, Spieler 1 hat Q1 in x0 gewählt. Wenn Spieler 2, der über den Zug von Spieler 1 nicht informiert ist, O in I2 wählt, ist die Lotterie L(O, Q1) folgendermaßen definiert: L(O, Q1) := (100, 0; 0,7, 0,3). Der Erwartungswert der Lotterie ist 70. Dies ist die Auszahlung für Spieler 2 in z1. Mit gleicher Argumentation sind in z2 und z3 die Lotterien L(P, Q1) und L(I, Q1) definiert. Dabei gilt: L(P, Q1) := (90, 20; 0,7, 0,3) und L(I, Q1) := (40, 50; 0,7, 0,3). Die Erwartungsauszahlungen dieser Lotterien sind 69 und 43. Dies liefert für Spieler 2 die Auszahlungen 69 und 43 in z2 und z3. Die Auszahlungen für Spieler 2 in zj (j = 4, 5, 6) sind durch die Erwartungsauszahlungen der Lotterien L(O, Q2), L(P, Q2) und L(I, Q2) bestimmt. Sie sind definiert durch: L(O, Q2) := (100, 0; 0,5, 0,5), L(P, Q2) := (90, 20; 0,5, 0,5) und L(I, Q2) := (40, 50; 0,5, 0,5). Die Auszahlungen von Spieler 2 in z4, z5 und z6 sind dann 50, 55 und 45.

Im nächsten Schritt werden die Auszahlungen von Spieler 1 bestimmt: Angenommen, Spieler 1 offeriert Spieler 2 die Möglichkeit, eine Entscheidung über den Standort der Party zu treffen, nachdem der wahre Zustand der Natur bekannt ist. Wie groß soll dann die Auszahlung an Spieler 1 sein, wenn Spieler 2 dies Angebot akzeptiert? Wenn sich Spieler 1 beispielsweise auf Q1 = (0,7, 0,3) in x0 festgelegt hat, ist die damit korrespondierende Optionslotterie L*(Q1) mit L*(Q1) := (100, 50; 0,7, 0,3). Dabei beschreibt diese Lotterie die Situation, in die Spieler 2 gestellt ist,

Strategische Erweiterung von Howards „Party Problem“ ▶ **Abb. 02**



wenn er über den Standort der Party entscheiden könnte, nachdem der wahre Zustand der Natur offenbart ist und die Wahrscheinlichkeiten über die beiden Zustände der Natur durch Q1 gegeben sind. Der Erwartungswert dieser Lotterie ist 85. Der Wert dieser Option für Spieler 2 in z1 ist 15 (= 85 - 70). Das ist die Auszahlung für Spieler 1 in z1. Die Auszahlungen für Spieler 1 in z2 und z3 werden in gleicher Weise mit 16 (= 85 - 69) und 42 (= 85 - 43) bestimmt.

Hätte sich Spieler 1 dagegen auf Q2 = (0,5, 0,5) in x0 festgelegt, ist die damit korrespondierende Lotterie L*(Q2) definiert durch L*(Q2) := (100, 50; 0,5, 0,5). Der Erwartungswert dieser Lotterie ist 75. Die hypothetischen Optionspreise in z4, z5 und z6 sind damit 25 (= 75 - 50), 20 (= 75 - 55) und 30 (= 75 - 45).

Das Nash-Gleichgewicht

Das eindeutige Nash-Gleichgewicht in reinen Strategien dieses hypothetischen Spiels wird als Lösung für die strategische Optionsprämie betrachtet. Sei q* die Wahrscheinlichkeit, mit der St. Peter im Gleichgewicht S realisiert, J* die Auszahlung im Gleichgewicht für Jane und sei ferner E* der Erwartungswert der Optionslotterie, die durch das Gleichgewicht bestimmt ist (E* ist der Erwartungswert der Lotterie L* mit L* = (100, 50; q*, 1-q*)), dann ist der strategisch bestimmt Preis für die Option (E*-J*). Dabei ist zu beachten, dass (E*-J*) für St. Peter gerade die Auszahlung im Gleichgewicht des betrachteten Spiels ist.

In ▶ **Abb. 03** werden die Auszahlungen aus ▶ **Abb. 02** in Matrixform dargestellt. Die konkreten Einträge in den Zellen der Matrix wurden im letzten Abschnitt im Detail erklärt. Die Matrixdarstellung wurde gewählt, um das Nash-Gleichgewicht in reinen Strategien in einfacher Weise zu ermitteln.

Zwei Eigenschaften charakterisieren die Details der Lösung:

(i) Das eindeutig bestimmte Gleichgewicht im nicht-kooperativen Options-Prämien-Spiel ist in unserem Beispiel durch (Q2, P) gegeben. Wie zu sehen ist, stellt Q2 die beste Antwort von Spieler 1 auf die Wahl von P durch Spieler 2 dar. St. Peter erhält bei Q2 die Auszahlung von 20; bei Q1 würde er nur 16 erhalten. Umgekehrt gilt, dass P die beste Antwort von Spieler 2 auf die Wahl von Q2 durch Spieler 1 ist.

▶ **Abb. 03**

Auszahlungen des Options-Prämien-Spiels

St. Peter \ Jane	O	P	I
Q 1	70 / 15	69 / 16	43 / 42
Q 2	50 / 25	55 / 20	45 / 30

Jane erhält bei P eine Auszahlung von 55; bei O würde sie nur 50 und bei I würde sie nur 45 erhalten. Das gesuchte Nash-Gleichgewicht ist also (Q2, P). Dabei hat der strategisch bestimmte Optionspreis die Höhe von 20. Ferner gelten: L* = (100, 50; 0,5, 0,5), E* = 75 und J* = 55.

(ii) Bei dem Optionspreis von 20 ist Spieler 2 gerade indifferent zwischen dem Gleichgewicht des Grundspiels, das die erwartete Auszahlung J* = 55 liefert, und der Gleichgewichts-Options-Lotterie, die eine erwartete Auszahlung von E* = 75 hat. Der Preis von 20 ist der Maximalpreis, den Spieler 2 bereit ist zu zahlen, um die Optionslotterie zu erwerben. □

Fazit

Anhand eines einfachen Beispiels haben wir gezeigt, wie eine strategische Optionsprämie berechnet werden kann. Das Konzept der Arbitrage-Freiheit wurde nicht mehr benutzt. Die im Gleichgewicht relevante Dichtefunktion wurde endogen bestimmt. Von einer exogen gegebenen Dichtefunktion war nicht mehr die Rede. Das Konzept der Zustandsrisiken wurde erweitert. Finanzmarktrisiken sind in der Praxis nun einmal keine Zustandsrisiken. Sie sollten daher in der Theorie auch nicht als Zustandsrisiken behandelt werden. Wenn man es dennoch tut, darf man sich über katastrophale Ergebnisse nicht wundern. Der LTCM Fall ist das Paradebeispiel für solch eine spektakuläre Fehlentwicklung.

Bei der Mehrzahl aller Finanzmarktrisiken spielen Verhaltensrisiken die zentrale Rolle. Verhaltensrisiken werden oft auch als strategische Risiken bezeichnet. Das ist der Grundgedanke dieses Beitrages. Verhaltensrisiken werden durch menschliche Entscheidungen und nicht durch Zufallsprozesse gesteuert. In der Finanzierungstheorie hat man lange an der Idee reiner Zustandsrisiken für Marktbewegungen festgehalten. Bei den stochastischen Prozessen sprach man oft von so genannten „Random Walks". Noch heute findet man Stochastiker, Physiker und Raketentechniker in den Forschungsabteilungen von Investmentbanken. Wir sind jedoch der Meinung, dass dies ein Irrweg war. Das vorliegende Beispiel wurde bewusst einfach gehalten. Wir haben „nur" demonstriert, wie man vorgehen muss, um die Verhaltensrisiken analytisch in den Griff zu bekommen.

Autoren

Dr. Volker Bieta ist Lehrbeauftragter im Schwerpunkt Geld, Kredit und Finanzierung an der Universität Trier.

Prof. Dr. Udo Broll ist Inhaber des Lehrstuhls für Volkswirtschaftslehre, insbes. Internationale Wirtschaftsbeziehungen (IWB)Technische Universität Dresden.

Prof. Dr. Hellmuth Milde ist Professor für Geld, Kredit und Finanzierung an der Universität Trier.

Prof. Dr. Wilfried Siebe ist Inhaber des Lehrstuhls für Mikroökonomie an der Universität Rostock

Literaturverzeichnis:

Franke, G; Hax, H. (2004): *Finanzwirtschaft des Unternehmens und Kapitalmarkt, 5. Auflage, Berlin, 2004.*

Howard, R. (1986): *Options, in: Zeckhauser, R., Keeney, R., Sebenius, J. (Hrsg): Wise Choices: Decisions, Games, and Negotiations, Harvard Business School Press, Boston MA, 1996, S. 81-101*

Stulz, R. (2000): *Why is Risk Management Not Rokket Science, in: Financial Times (London), June 27, 2000.*