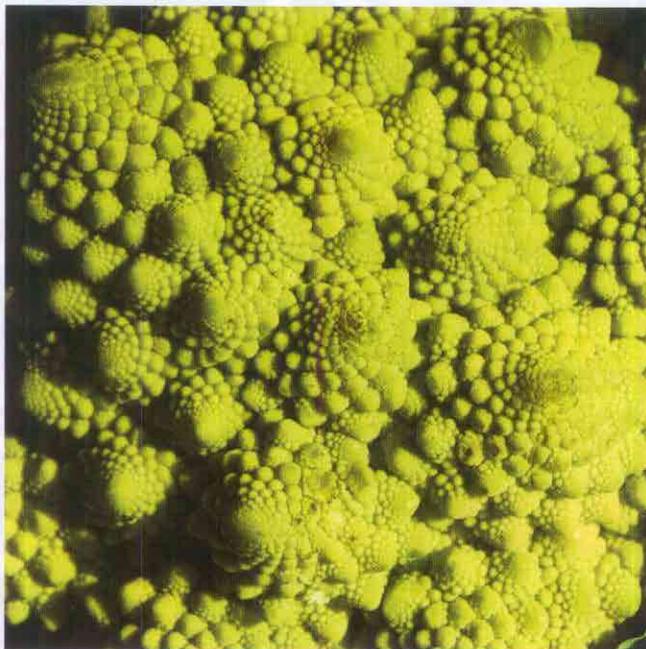


Vom Blumenkohl zur Aktie

Börsenanalysen. Blasen, Rallyes, Crashes – die Börsen scheinen unberechenbar. Doch Forscher setzen Formeln der Festkörperphysik, Geologie, Chaos- oder Spieltheorie ein, um die Finanzmärkte zu ergründen, und kommen zu erstaunlichen Ergebnissen. Einige verdienen sogar Geld damit.

Diese Geschichte muss in einer Bar beginnen. Im El Farol, einer Cantina in Santa Fe im US-Bundesstaat New Mexico. Hier, wo das Rib-Eye-Steak schön blutig serviert wird, treffen sich die Wissenschaftler vom Sante Fe Institute nach der Arbeit. Ihr Problem: Die Bar ist oft prallvoll. Wenn sich die Forscher am dunklen Holztresen zusammenquetschen müssen wie die Tintenfische in der Tapasschale, dann vergeht ihnen die Lust auf Bier und Livemusik.

Zu den El-Farol-Pilgern gehörte viele Jahre W. Brian Arthur. „Jedes Mal dachte ich darüber nach, ob die Bar überfüllt sein wird oder nicht. Und ich dachte darüber nach, dass andere auch darüber nachdenken“, erinnert sich der Ökonom. Die Grübele inspirierte ihn, die Situation am Computer durchzuspielen. Dabei ging er von 100 potenziellen Kneipengängern aus. Jeder von ihnen trifft eine Prognose, wie voll die Bar am Abend wird. Wer glaubt, dass mehr als 60 Leute kommen, bleibt zu Hause. Bei ihren Vorhersagen stützen sich die Barfans auf frühere Besucherzahlen. Sie rechnen zum Beispiel damit, dass genauso viele Menschen wie vor einer Woche kommen. Oder so viele wie im Durchschnitt des letzten Monats. Das Ergebnis verblüffte: Obwohl die El-Farol-Freunde verschiedene Vorhersagen treffen und keine davon langfristig korrekt ist, pendelt sich die Besucherzahl bei 60 ein.



Egal ob Tages-, Wochen- oder Jahreschart: Aktienkurse sehen in der Struktur immer gleich aus. So ein Ergebnis der fraktalen Geometrie. Damit ähneln sie einem **Blumenkohl**, dessen Form sich in seinen vielen Röschen widerspiegelt.

Bar und Börse, die zwei liegen nahe beisammen, dachte sich Arthur. Denn was ist die Wall Street anderes als ein gigantisches El Farol? Jeder Anleger trifft eine Prognose für den Kurs – und kauft oder verkauft. Nach diesem Muster schuf Arthur mit seinem Kollegen Blake LeBaron einen künstlichen Aktienmarkt. Und siehe da: Der Kursverlauf war vom Auf und Ab an Wall Street praktisch nicht zu unterscheiden. Die Notierungen schwankten stark, es bildeten sich Spekulationsblasen und Abstürze sowie Investmentregeln, die jeweils nur ein paar Jahre gut liefen. Ganz wie im richtigen Börsenleben.

Arthur und LeBaron forschen auf dem Gebiet der Econophysics, einer nicht mal 15 Jahre alten Mischwissenschaft aus Ökonomie und Physik. Ihre Verfechter rücken der Wirtschaft mit den Werkzeugen der Naturwissenschaften zu Leibe. Was nach Renaissance der Alchemie klingt, macht Sinn. Ob Spiel- oder Chaostheorie, Erdbebenforschung, Thermodynamik oder Festkörperphysik: Mathematiker und Naturwissenschaftler kennen sich aus mit komplexen Systemen. Ein Atomgitter lässt sich wie eine Börse durch eine gigantische Zahl von Teilchen – beziehungsweise Menschen – beschreiben, die sich gegenseitig beeinflussen. In beiden Fällen zeigt sich oft ein überraschendes Verhalten, ein Herdentrieb, der dem Individuum nicht anzumer- ▷

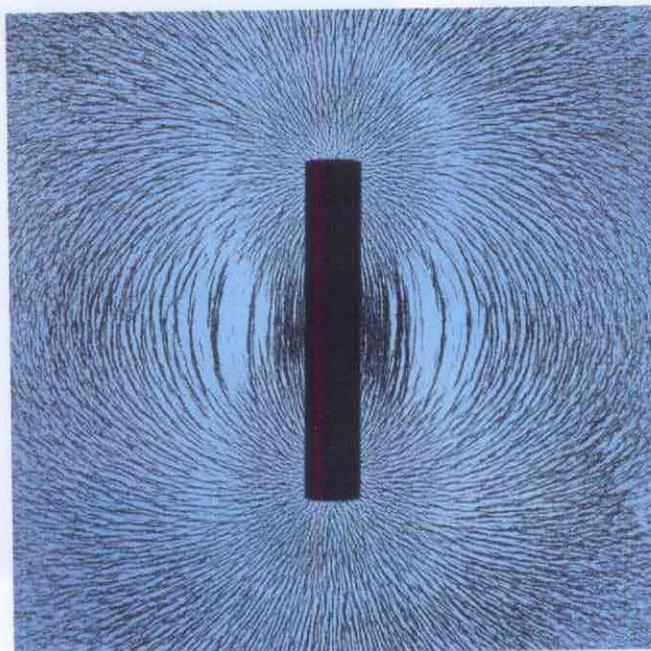
ken ist. „Massenphänomene finden Sie in der Physik genauso wie an den Finanzmärkten“, sagt Dietrich Stauffer, Physikprofessor an der Universität Köln.

„Auf dem Parkett betrachten wir ein komplexes Miteinander der Händler, das keiner versteht“, meint auch Stefan Bornholdt. Der Professor für Theoretische Physik an der Universität Bremen näherte sich diesem Chaos mit dem Modell des Ferromagnetismus. „Die kleinen Elementarmagneten in einem Stück Eisen richten sich parallel zu einem äußeren Magnetfeld aus“, erklärt er. Erhöht man aber die Temperatur des Eisens über einen bestimmten Wert hinaus, wackeln die Mini-Magneten mehr und mehr, bis sie plötzlich alle in

zufällige Richtungen zeigen. Die Ordnung bricht zusammen, Physiker sprechen von einem Phasenübergang.

Bornholdt erinnerte das an den Wechsel von steigenden Börsenkursen zu einem Crash. Also entwickelte er daraus ein Modell, bei dem die Investoren nur nach zwei Grundsätzen verfahren: Einerseits orientieren sie sich an anderen Investoren, andererseits wollen sie entgegengesetzt zur Mehrheit handeln. Trotz der simplen Annahme lieferte das Modell genau die Übergänge, in denen aus einer Hausse plötzlich ein Absturz wird. „KGV, Gewinnwachstum, Zinsentwicklung, das ganze Detailwissen der Broker kann man hier vergessen“, sagt der Physiker. „Allein der Konflikt aus Herdentrieb und Exklusivität führt zu realen Kursbewegungen.“

Der Clou dieser scheinbar wilden Ideen: Sie kommen den Wirren an den Finanzmärkten näher als die traditionelle Volkswirtschaft. Die ignoriert das Eigenleben der Marktteilnehmer und postuliert stattdessen den rationalen, Nutzen maximierenden Homo oeconomicus. Dieser berücksichtigt bei seinen Handelsentscheidungen stets alle Informationen. Hand in Hand mit dieser Annahme geht die Theorie von den effizienten Finanz-



In kleinen Eisenspänen richten sich die Elementarmagneten parallel zu einem äußeren Feld aus. Erhöht man die Temperatur, bricht die Ordnung aber plötzlich zusammen. Dieser Übergang erinnert an den Wechsel von einer Hausse zum Crash.

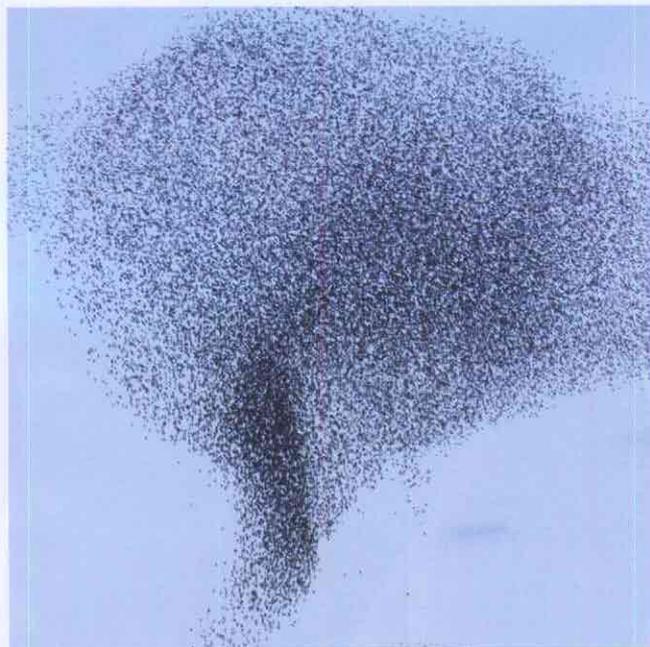
märkten, deren Preise stets im Gleichgewicht sind. Volkswirte schufen dieses Gedankengebäude aus der „Théorie de la Spéculation“ von Luis Bachelier aus dem Jahr 1900. Der Franzose betrachtete den Verlauf der Börsenkurse als Zufallsprozess, unvorhersehbar, mal nach oben, mal nach unten ausschlagend. Weil der Zufall dem mathematischen Gesetz der Normalverteilung gehorcht, zwängten seine wissenschaftlichen Erben auch die Börse in dieses Korsett. Konsequenz: Geringe Kursausschläge gelten als häufig auftretendes Phänomen, große dagegen als seltenes. Riesige Einbrüche sind so unwahrscheinlich, dass man sie im Tagesgeschäft vernachlässigen kann.

„Die Theorie ist elegant, doch leider fehlerhaft“, schreibt der Yale-Professor und Mathematiker Benoît Mandelbrot in seinem Buch „Fraktale und Finanzen“. Schon seit den 60er-Jahren wettet er gegen den Konsens der Volkswirte. Lange stieß er auf taube Ohren. Jetzt feiern seine Thesen ein Comeback. Kernaussage: Die Börse verhält sich nicht so „normal“, wie es die gleichnamige Verteilung vorschreibt. Im Durchschnitt verbucht der Dow Jones alle 17 Monate einen Tagesverlust von mehr als fünf Prozent. Laut Theorie dürfte er nur alle 909 Jahre derart einknicken (siehe „Rauhe Börsenwelt“). In der Russland-Krise im August 1998 schmierte der Bluechip-Index sogar 6,8 Prozent ab. Theoretisch tritt solch ein Einbruch selbst dann nicht auf, wenn man 150 000 Jahre an der Börse handelt. Und der Tagescrash von mehr als 20 Prozent im Herbst 1987 dürfte in der Lebensdauer unseres Sonnensystems eigentlich gar nicht vorkommen.

„Auf den Finanzmärkten sind extreme Kursumschwünge die Regel und keine Abweichungen, die man ignorieren kann. Eine vernünftige Handelsstrategie oder Portfoliozusammenstellung müsste diese kalte, harte Tatsache in ihre Grundlagen einbauen“, mahnt Mandelbrot. Da sollten in der Finanzindustrie eigent- >

lich die Alarmglocken schrillen. Denn auch die Investmentprofis saugten die Essenz der Normalverteilung begierig auf. Wie ein Zaubertrank versetzte sie Banken und Fondsgesellschaften in die Lage, das Risiko in ihren Portfolios oder die Preise ihrer Optionen zu bestimmen. Erst allmählich merken sie, dass viele dieser Kalkulationen auf Sand gebaut sind. Und basteln hier und da an realistischeren Modellen.

Gerade im Portfoliomanagement sind die jedoch Mangelware. Hedgefonds greifen noch am ehesten zu innovativen Rechenmethoden. Institutionelle Fonds schon weit weniger, Publikumsfonds so gut wie gar nicht. Mandelbrot vergleicht die Investoren deshalb mit Seefahrern, die ihre Schiffe nur für Schönwetterperioden bauen. „Das Risiko an der Börse wird systematisch unterschätzt“, warnt auch Stefan Mittnik, Professor für Finanzökonomie an der Universität München. „Gleichzeitig wird der Nutzen der Diversifikation



Die Flugrichtung eines Vogelschwarms wird nicht von einem einzelnen Tier bestimmt. Die Vögel orientieren sich an ihren Nachbarn und bilden ein komplexes System. Genauso schielen die Börsianer bei Kauf und Verkauf auf andere Investoren.

stark überschätzt, weil auch er auf den Annahmen der Normalverteilung beruht.“ Für Privatanleger verheißt das nichts Gutes. Einerseits verlassen sie sich oft auf professionelle Depotmanager. Andererseits hilft es ihnen wenig, Börsenstürme einfach auszusitzen. Laut Mandelbrot Modell der fraktalen Geometrie sehen Kurscharts auf Tages-, Monats- oder Jahresbasis immer ähnlich aus, so wie sich die Form eines Blumenkohls in seinen Röschen widerspiegelt. Die Haltdauer mindert die Verlustgefahr nur zum Teil.

Die naturwissenschaftlichen Modelle wetzen einige Scharpen der klassischen Lehre aus. Sie helfen, die Finanzmärkte besser zu verstehen. Ob sich mit ihnen jedoch Geld verdienen lässt, darüber streiten die Protagonisten. „Trotz aller Erkenntnisse bleibt die Kursentwicklung nicht vorhersagbar“, sagt Thomas Lux, Wirtschaftsprofessor der Universität Kiel und Kenner der Econophysics-Szene. „Wenn jemand Marktprognosen verspricht, bin ich äußerst skeptisch.“

Die Vorhersagen liefern andere. Der Geophysiker und Finanzprofessor Didier Sornette von der ETH Zürich zum Beispiel. Er entwickelte ein Frühwarnsystem für Erdbeben. Für Sornette, der auch schon für die europäische Raumfahrtbehörde Esa gearbeitet hat, ist ein Beben kein einzelnes Ereignis, sondern setzt sich aus vielen Mikroerschütterungen zusammen, die sich gegenseitig hochschaukeln. Sein Prognosemodell hätte die Katastrophe im japanischen Kobe drei Tage vor dem Ausbruch vorhersagen können. So zumindest die rückwirkende Analyse.

In den 90er-Jahren wandte er die Idee erstmals auf Aktienmärkte an. „Imitation ist eine der größten Fähigkeiten des Menschen. An der Börse kann sie allerdings zu einem Herdentrieb führen“, sagt Sornette. Auch dieser Herdentrieb verstärkt sich wellenförmig. Daraus lassen sich analog zur Erdbeben-

▷

Raue Börsenwelt: Wie wahrscheinlich ist ein Verlust im Dow-Jones-Index?

Die Wirklichkeit ist wilder als die Theorie. Große Kurseinbrüche treten häufiger auf, als die traditionelle Volkswirtschaft annimmt.

Tagesverlust	Theoretische Häufigkeit bei Normalverteilung	Tatsächliche Häufigkeit*
> 1%	einmal pro Woche	alle 2 Wochen
> 2%	alle 6 Wochen	alle 7 Wochen
> 3%	alle 13 Monate	alle 4 Monate
> 4%	alle 22 Jahre	alle 8 Monate
> 5%	alle 909 Jahre	alle 17 Monate
> 6%	alle 174 532 Jahre	alle 3 Jahre
> 10%	alle 2 564 551 541 267 439 583 Jahre	alle 21 Jahre

* Im Durchschnitt von 1928 bis 2006. Quelle: Stefan Mittnik.

forschung Punkte höchster Instabilität berechnen, also Zeiten mit maximaler Crashwahrscheinlichkeit.

Die Bilanz des Modells fällt durchwachsen aus. Im Januar 1999 legte es entgegen der vorherrschenden Meinung den Einstieg in den japanischen Aktienmarkt nahe. Tatsächlich schoss der Index innerhalb von 15 Monaten um rund 50 Prozent nach oben. Die große Enttäuschung kam vier Jahre später: Sornette warnte medienwirksam vor einer Baisse an der Wall Street, die Ende 2004 ihren Tiefpunkt erreichen sollte. Doch der S&P 500 setzte zu einer fulminanten Rallye an, die bis in den vergangenen Sommer anhält. „Natürlich können wir die Märkte nicht mit einer

Genauigkeit von 100 Prozent vorhersagen“, beschwichtigt Sornette seine Kritiker, „aber unsere Prognosen werden immer genauer, je weiter wir unsere Methoden verfeinern.“

Aktuell sieht er an der chinesischen Börse eine Spekulationsblase. Auch an der Wall Street schossen die Kurse dieses Jahr übers Ziel hinaus. Doch während in New York noch lange kein Crash auszumachen sei, werde „der Markt in China vor der Olympiade 2008 abstürzen.“ Alles Kaffeesatzleserei? Die Profis jedenfalls signalisieren reges Interesse. Regelmäßig diniert Sornette mit milliardenschweren Hedgefondsmangern. Auch Dietmar Peetz, Portfoliomanager bei der Credit Suisse in Zürich, arbeitet mit der Erdbeben­theorie. „Wir waren selbst überrascht, wie gut sie funktioniert“, sagt er. Für den Dax und den chinesischen Aktienmarkt gab sie dieses Jahr rechtzeitig ein Warnsignal. Und bewahrte Peetz vor größeren Verlusten.

Die Erfolge motivieren die Branche. Einmal im Monat trifft sich Peetz mit Fondsmanagern, Biologen, Physikern und Krebsforschern zum Gedankenaustausch. Dann diskutieren sie, wie Vogelschwärme fliegen, wie Krebszellen wuchern, wie sich Viren ausbreiten, wie das menschliche Herz schlägt und wie



Der Mathematiker **Benoît Mandelbrot** weist schon seit den 60er-Jahren darauf hin, dass es an der Börse viel ruppiger zugeht als angenommen. Lange fand er kaum Gehör. Jetzt feiern seine Thesen ein Comeback. Sein Credo: Investoren unterschätzen das Risiko systematisch.

Samt und dunkelrotem Holz im Dekor. Dort sitzt Jean-Philippe Bouchaud, Mitgründer der Hedgefondsgesellschaft Capital Fund Management (CFM). Er spießt Sushiröllchen auf und stochert im Steinpilzrisotto. Die ausgewaschene Jeans, die fehlende Krawatte, das jugen­hafte Lächeln und die Pilzkopfrisur verraten den Physiker in der Finanzwelt.

CFM verwaltet drei Milliarden Dollar, hat 160 Kunden und 70 Mitarbeiter. 27 davon haben einen Dokortitel in Physik. Die Hedgefonds investieren strikt nach Bouchauds Handelsstrategien. Wie sie genau funktionieren, will er nicht preisgeben. „Wir gehen keine großen Wetten ein, sondern setzen eher darauf, in 51 Prozent der Fälle richtig zu liegen und nur in 49 Prozent falsch“, sagt er. Wie hauchdünn der Vorsprung ist, spürte er im Sommer. Die Börsentalfahrt riss seinen Ventus-Fonds mit. In wenigen Wochen machte er zehn Prozent Verlust, Anleger zogen ihr Geld ab. Weil auch die Physik die Börse nicht perfekt beschreibt, muss Bouchaud seine Strategien ständig an solche Ereignisse anpassen. „Der Markt ist ein lebendiger Körper“, sagt er. „Wenn du nicht auf ihn hörst bestraft er dich.“ □

man mit diesem Wissen den Geheimnissen der Börse auf die Spur kommt. In der Nähe von Würzburg arbeitet Vermögensverwalter Hans Sauer mit einer Handelsstrategie, die auf der Quantenmechanik aufbaut. Und im Talent-Hotel der Frankfurter Fondsgesellschaft Lupus alpha treffen Forscher statistische Aktienkursprognosen für 24 Stunden. Berechnet werden sie von einer Software, die an einem Teilchenbeschleuniger zum Einsatz kam.

Den heiligen Börsengral wird jedoch keiner finden. Geldsegengarantie gibt es in diesem Gewerbe nicht. Um das zu erklären, muss diese Geschichte in einem Restaurant enden. Im 16 Haussmann, einer noblen Adresse im Pariser Bankenviertel, mit viel