Ausführlicher Bericht zu Chaos in Operativen Systemen (COS)

Zeitraum: seit April 2010

Mitarbeiter: Dr. Galiya Klinkova

Projektleiter: Professor Dr. Michael Grabinski

Spätestens seit den 1960er Jahren weiß man, dass kleine Änderungen große Wirkungen haben können, so dass Planungen oder Vorhersagen ausgeschlossen sind, was hinlänglich als Chaoseffekt bekannt ist. So konnte Edward Lorenz in den 1960er Jahren zeigen, dass das genaue Wetter in sagen wir 30 Tagen davon abhängt, wie heute die Schmetterlinge fliegen. Somit ist eine langfristige „Wetterplanung" aus prinzipiellen Gründen ausgeschlossen.

Selbiges könnte auch in Planungen oder Vorhersagen der Wirtschaft auftreten. Die zentrale Fragestellung dieses Projektes lautet daher:

- **Gibt es Chaoseffekte, die wirtschaftliche Planungen oder Vorhersagen unmöglich machen?**
- **Was kann man tun, wenn man mit chaotischen Systemen umgehen muss? Wie kann man sie beschreiben? Was kann man vorhersagen, was nicht?**

Dass die erste Frage zu bejahen ist, wurde bereits in älteren Veröffentlichungen[1, 2] gezeigt. Darauf aufbauend zeigte Frau Dr. Klinkova in ihrer Doktorarbeit das Folgende:

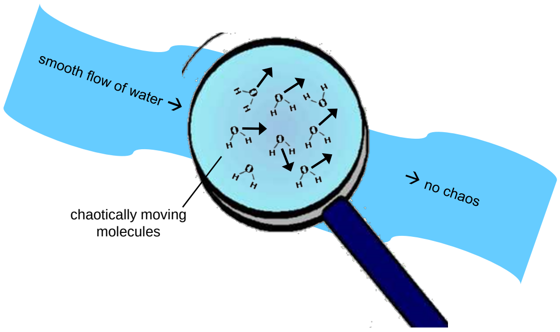
1. **Um chaotische Systeme zu beschreiben, muss man wie in der Naturwissenschaft Erhaltungsgrößen wie der „conserved value" (vgl. Parallelprojekt CFA) verwenden. Die Existenz und Form dieser Erhaltungsgröße konnte mathematisch bewiesen bzw. hergeleitet werden[3].**
2. **Unter Verwendung eines neuentwickelten Marketingtools[4] konnte gezeigt werden, dass sich bei der Vorhersage von Marktanteilen niemals Chaoseffekte ergeben, bei der Vorhersage der Zeitspanne bis zum Erreichen des Marktanteils aber schon.**
3. **Da bei den meisten Finanzprodukten kein <u>stabiler</u> Gleichgewichtszustand zwischen Angebot und Nachfrage besteht, schwanken die Preise chaotisch und Börsenspekulationen sind mit reinem Glückspiel zu vergleichen[5].**

Im Weiteren werden die drei obigen Ergebnisse näher erläutert, wobei die Details entweder in den angegebenen Veröffentlichungen zu finden sind oder in der Doktorarbeit von Galiya Klinkova.

---

[1] Is there chaos in Management or just chaotic management?, Complex Systems, intelligence and Modern Technology applications (2004) reprint
[2] Chaos – Limitation or even end of supply chain management, High Speed Flow of Material, Information and Capital, Constantinople (2008) reprint
[3] Conservation laws derived from systemic approach and symmetry, Int. Jour. of Latest Trends in Fin. & Eco. Sc., **7** 2 (2017), p. 1307 reprint
[4] Learning curves with two frequencies for analyzing all kinds of operations, Yasar University Publication (2012) reprint
[5] Due to Instability Gambling is the best Model for most Financial Products, Archives of Business Research, **5** 3 (2017), p. 255 reprint

1. Erhaltungsgrößen und chaotische Systeme



In dem nebenstehenden Bild ist ein Fluss von Wasser dargestellt. Größen wie Temperatur, Druck, … beschreiben diesen Fluss sehr gut, und man kann i. Allg. genaue Vorhersagen treffen. Schaut man jedoch auf die einzelnen Moleküle, so bewegen sich diese chaotisch. Man kann nicht vorhersagen, wie sie sich im Detail bewegen. Kleinste Änderungen verändern die Detailbewegung dramatisch, genau wie der Schmetterlingsschlag das Wetter in 30 Tagen beeinflusst. Der „Trick" bei dieser makroskopischen Beschreibung ist, dass man Erhaltungsgrößen verwenden. Die bekannteste ist die Energieerhaltung. Dazu kommen noch die Erhaltung des Impulses und Drehimpulses. Da die Energie erhalten ist, kann sie weder erzeugt noch verloren gehen. Sie kann lediglich von außen zu- oder abgeführt werden. Damit ist es nicht möglich, dass die Energie chaotisch schwankt. Diesen Ansatz gilt es von der Naturwissenschaft auf die Wirtschaftswissenschaften zu übertragen.

Der Ansatz ist an sich der gleiche wie in der Naturwissenschaft. Wenn man davon ausgeht, dass es eine Homogenität in der Zeit gibt, also jegliche Beschreibungen, Gesetze, … die heute gelten genauso auch früher und später gelten, dann kann das Funktional in der Euler-Lagrange Differentialgleichung nicht explizit von der Zeit abhängen[6]. Es folgt dann aus einer reinen mathematischen Analyse[3] eine Erhaltungsgröße. Sie ist eine Verallgemeinerung der im Parallelprojekt CFA definierten Größe „conserved value".

2. Chaos in der Marktforschung

Das Diffusionsmodell der Marktforschung wurde in den 1960er Jahre entwickelt und dient dazu, den Marktanteil vorherzusagen. 1993 veröffentlichte Rolf Weiber von der Universität Trier eine interessante Entdeckung, welche Weiber als „Das Ende der klassischen Diffusionsforschung" nannte[7]: Wenn die Parameter im Diffusionsmodell bestimmte Werte annehmen, dann wird das Ergebnis chaotisch. D. h. kleinste Veränderungen in den Anfangsbedingungen ergeben ein vollkommen anderes Bild, genau wie der Schmetterlingsschlag das Wetter bestimmt. Auch schien der Marktanteil dann in großen Amplituden hin und her zu oszillieren, was völlig unerklärlich ist.

In diesem Projekt wurde jedoch gefunden, dass der Marktanteil eine Erhaltungsgröße ist. Wenn ein Marktanteil wächst, muss ein anderer schrumpfen. Der Marktanteil kann also gar nicht chaotisch schwanken. Die Zeit zum Erreichen des Marktanteils ist dagegen keine Erhaltungsgröße und kann sehr wohl chaotisch Schwanken. Das ist vollkommen analog zur Wettervorhersage. Die Regenmenge ist eine Erhaltungsgröße, denn es kann nur das abregnen was zuvor verdunstet ist. Der Zeitpunkt, wann (und wo) es genau regnet, kann dagegen sehr wohl chaotisch schwanken.

Wenn man sich die Vorgehensweise beim Diffusionsmodell im Detail anschaut, sieht man, dass das Diffusionsmodell an sich eine Differentialgleichung ist, die sogar eine recht einfache allgemeine Lösung besitzt. Das Diffusionsmodell wird aber (aus welchen Gründen auch immer) nicht als Differentialgleichung gesehen, sondern es gibt eine Art fertige Lösungsformel (Rekursionsformel), die mathematisch betrachtet eine Näherungslösung (Schrittverfahren) der Differentialgleichung ist. Diese Näherung ist i. Allg. äußerst exakt. Aber bei bestimmten Parameterwerten wird sie ungültig. Genau das

---

[6] Wenn es eine explizite Zeitabhängigkeit gäbe, dann würde aus identischen Anfangsbedingungen zu einer späteren Zeit etwas völlig anderes folgen. Eine solche Welt wäre gar nicht beschreibbar, da es keine Kausalität gibt.
[7] Wir sind dem Kollegen Sascha Fabian dankbar, der uns auf diese Veröffentlichung hinwies.

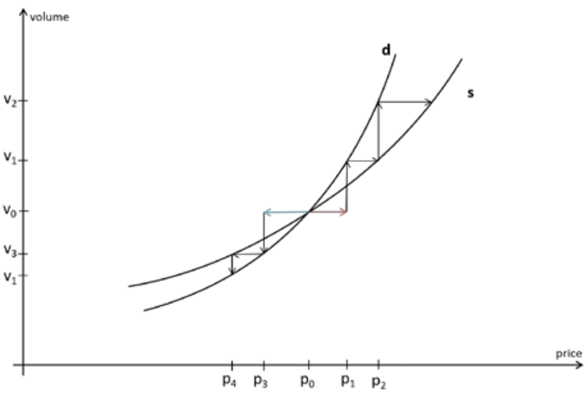
war dass von Weiber berichtete (vermeintliche) Chaos im Diffusionsmodell. Es war lediglich ein mathematischer Fehler.

Unabhängig vom eigentlichen Projektthema entwickelte Frau Klinkova in ihrer Dissertation auch ein Lernkurvenmodell in dem zwei Agenten lernen[4, 8]. Bei „normalen“ Lernkurven lernt z. B. ein Mechaniker, das Material effizienter zu bearbeiten, aber das Material lernt natürlich nicht, sich dessen zu widersetzen. Das neu entwickelte Lernkurvenmodell lässt sich auch in der Marktforschung einsetzen: Ein Agent lernt den Markt zu beherrschen, und die Wettbewerber lernen, ihren Markt zu verteidigen.

Mit diesem neu entwickelten Tool konnte an einem Beispiel mathematisch nachgewiesen werden, dass der Marktanteil nicht chaotisch schwankt, die Zeit zum Erreichen des Marktanteils aber sehr wohl. Das ist nicht nur eine Bestätigung der oben entwickelten Theorie, sondern auch eine entscheidende Erkenntnis für jeden Businessplan. Auch wenn die mindestens zu erreichende Höhe des Marktanteil eine kritische Größe ist, so drohen bei sorgsamer Planungen keinerlei Überraschungen. Ist es jedoch entscheidend, wann der Marktanteil erreicht wird, so können Chaoseffekte das geplante Geschäft zum reinen Glücksspiel machen.

3. Finanzprodukte im Vergleich zu Glücksspielen

Dass bei Finanzprodukten häufig Spekulation im Vordergrund steht und der Handel eher ein Glückspiel ist, ist sicher vielen Menschen vertraut. Es wurde auch in den Parallelprojekten CFA und SAS betrachtet. Woraus die Analogie von Börsenhandel und Glückspiel folgt, ist ein Forschungsergebnis dieses Projektes. Der Ausgangspunkt war eine Bemerkung des Philosophen Michael Schefczyk der Universität Lüneburg, der Finanzkrisen deshalb für unausweichlich hielt, da (ungleich anderen Produkten) Finanzprodukte begehrter werden, wenn ihr Preis steigt.



Normalerweise steigt das Angebot (supply), wenn der Preis steigt und die Nachfrage (demand) sinkt. Da wo die Nachfragekurve die Angebotskurve schneidet, ist der Gleichgewichts- oder Marktpreis. Das gilt natürlich auch, wenn die Nachfragekurve (d im nebenstehenden Bild) genauso gekrümmt ist wie die Angebotskurve. Ob dieser Markpreis stabil ist, ist eine andere Frage. Das nebenstehende Bild veranschaulicht, dass er es nicht ist[9]. Es ist so, dass der Preis von den meisten Finanzprodukten beschleunigt steigt oder sinkt. Ohne stabiles Gleichgewicht kann die kleinste Veränderung (vgl. Schmetterlingsschlag) einen solchen dynamischen Preisanstieg oder -abfall verursachen. Da kleinste Veränderungen weder vorhersehbar noch planbar sind, ergeben sich i. Allg. chaotisch variierende Preise, und es zeigen sich so unsinnige Korrelationen wie die zwischen Aktienpreisen und dem Wetter an der Wallstreet. Wenn der Preis beispielsweise dynamisch steigt, wird es einen Punkt geben, wo die beteiligten Personen misstrauisch oder nervös werden, was dann i. allg. einen Preissturz auslöst. Bei normalen Aktien ist dieser Punkt spätestens erreicht, wenn alle Aktien verkauft sind, denn die Zahl der

---

[8] Bei dem neu entwickelten Lernkurvenmodell war der Ausgangspunkt eine Veröffentlichung in Science (**333**, 81) von Johnson et. al. Dort waren die Agenten amerikanische Soldaten und Terroristen im Afghanistankrieg. Das neu entwickelte Lernkurvenmodell beschreib die Daten jedoch wesentlich besser als die dort verwendete Vorgehensweise (Random Walk).

[9] Der genaue Beweis dazu ist mathematisch recht kompliziert und in der Doktorarbeit von Galiya Klinkova nachzulesen. Bei unterschiedlich gekrümmten Kurven ist der Marktpreis stets stabil, was jedoch auch nicht ganz einfach zu beweisen ist.

Aktien ist endlich. Bei Derivaten oder Optionen ist das nicht der Fall. Sie können bei entsprechender Nachfrage in beliebiger Zahl ausgestellt werden. Es fehlt also die natürliche Beschränkung nach oben. Damit kann es potentiell zu viel größeren „Crashs“ kommen, was in bester Übereinstimmung mit dem tatsächlichen Börsenhandel ist.

Da die Preise von Finanzprodukten chaotisch schwanken, können sie nicht vorhergesagt werden. Damit ist insbesondere der kurzfristige (tägliche und erst recht sekündliche) Handel immer spekulativ und eine Art Glückspiel. Trotzdem verdienen Börsenspekulanten ungleich normalen Glücksspielern stetig Geld, jedoch nur bis es zu einer großen Krise kommt, die dann nicht selten durch Steuergelder zumindest teilweise ausgeglichen wird. Betrachtet man jedoch eine Glückspielvariante, die unseres Erachtens erstmals durch den verstorbenen Mathematiker Horst Tietz der Universität Hannover in den 1980er vorgeschlagen wurde[10], so folgt ein sehr analoges Verhalten zum Börsenhandel. Das System verläuft wie folgt. Man setzt beim Roulette z. B. einen Euro auf Rot. Wenn Rot kommt, dann gewinnt man einen Euro. Kommt Rot nicht (also Null oder Schwarz), so setzt man zwei Euro auf Rot. Verliert man wieder, so setzt man vier Euro auf Rot u. s. w. Irgendwann wird Rot kommen. Wenn Rot z. B. beim vierten Mal kommt, dann hat man zuletzt acht Euro gesetzt und acht Euro gewonnen, während man zuvor nur 1 € + 2 € + 4 € = 7 € verloren hat. Man gewinnt also jeweils den ursprünglichen Einsatz. Es ist dabei zwar sehr unwahrscheinlich, dass sehr viele Male nicht Rot kommt, aber ggf. kommt so häufig nicht Rot, dass man aufgeben muss, weil man nicht mehr ausreichend Kapital zur Verfügung hat.

In einer unserer Veröffentlichungen[5] haben wir mittels Computersimulation 100 Roulette Tische parallel je eine Million Mal spielen lassen (= 100 Millionen Spiele insgesamt). Da die Roulette Tische ungleich der Börsen vollkommen unabhängig sind, reduziert sich das Risiko, wenn man an 100 parallelen Tischen jeweils 100 € setzt. (Online dürfte das durch eine Person ausführbar sein) Für eine Million Spiele werden etwa zehn Jahre benötigt. In unserem Beispiel verdient man so 486 Millionen € pro Jahr (steuerfrei). Innerhalb der zehn Jahre war das maximal aufzubringende Kapital in einem Fall 53,7 Milliarden €[11]. Es ist zu bemerken, dass man dieses Kapital nicht frei verfügbar haben muss, sondern nur eine entsprechende Kreditwürdigkeit nachweisen muss, für die Dauer von weniger als einen Tag.

Zumindest die fünf reichsten Personen der Welt hätten nicht nur diese Kreditwürdigkeit, sondern auch das Kapital selbst zur Verfügung. Aber auch ein Unternehmen (Bank), welche(s) über zehn Jahre jährlich 486 Millionen € Gewinne erwirtschaftet und dazu lediglich eine Kreditbürgschaft von 53,7 Milliarden € braucht, die sie nur einmal in zehn Jahren in Anspruch nimmt und auch nur für weniger als einen Tag[12], erscheint risikoloser als die meisten Banken.

Kurzer Überblick zu den beteiligten Personen:

Dr. Galiya Klinkova Abschluss als Dipl. Phys. an der Novosibirsk State University, Russland Seit 2010 wissenschaftliche Mitarbeiterin Abschluss der Promotion in Wirtschaftswissenschaften an der HNU im Jahr 2018 galiya.klinkova@uni-neu-ulm.de	**Professor Dr. Michael Grabinski** Studium und Promotion in Hannover Member of Faculty am California Institute of Technology Seit 2002 Professor an der HNU www.h-n-u.de michael.grabinski@uni-neu-ulm.de

[10] Professor Tietz hat jedoch nicht gezeigt/gesagt, dass die Methodik wie jedes Glückspiel trotzdem zu Verlusten führt, sondern zumindest vorgeben, dass es sich um ein unschlagbares System handelt.
[11] In unser Simulation folgte dieser Fall am Spieltisch Nummer 70 nach mehr als 900.000 Spielen.
[12] Alle 100 Jahre würde der Fall statistisch jedoch zweimal hintereinander auftreten, und knapp 3 Trilliarden € (= gut 30 Millionen Mal die weltweite Wirtschaftsleistung) wären notwendig.