



Hartmut KAHLERT, o.Univ.Prof.Dr.phil., Jahrgang 1940, ist seit 1979 Universitätsprofessor für Angewandte Physik und Vorstand des Instituts für Festkörperphysik an der Technischen Universität Graz. Für die Studienjahre 1991/92 und 1992/93 wurde Professor Kahlert zum Rektor der Technischen Universität Graz gewählt. In seiner Inaugurationsrede am 22. November 1991 widmete er sich dem angeführten Thema und stieß mit seinen Aussagen auf allgemeines Interesse. Der Beitrag stellt nun eine (leicht überarbeitete) Fassung dieser Inaugurationsrede dar und soll damit die Gedanken von Magnifizenz Kahlert auch unseren Lesern näher bringen.

Chaos und Selbstorganisation

Die Chaostheorie als neuartiger Ansatz für Managementkonzepte wird derzeit viel diskutiert. Im folgenden wird zunächst an drei Beispielen aus der Naturwissenschaft der Begriff des Chaos erläutert; darauf aufbauend werden Überlegungen zur Selbstorganisation von Systemen abgeleitet und schließlich konkrete Anliegen an das in Diskussion befindliche Konzept zur Universitätsreform herausgearbeitet.

Zur Einleitung

Bei der Wahl des Themas habe ich mich von zwei Gesichtspunkten leiten lassen: Einerseits soll einer ehrwürdigen Tradition folgend das wissenschaftliche Fach des neugewählten Rektors zu Wort kommen, andererseits soll ihm das Thema auch die Möglichkeit bieten, Stellung in der aktuellen hochschulpolitischen Diskussion zu beziehen. Das Thema „Chaos und Selbstorganisation“ lag also nahe, wobei ich Sie herzlich bitte, nicht vordergründig den Begriff „Selbstorganisation“ der Erläuterung neuer Erkenntnisse in Kosmologie, Physik, Chemie und Biologie und den Begriff „Chaos“ der organisatorischen Struktur österreichischer Universitäten zuzuordnen. Eher umgekehrt.

Jeder, der die umfassende und zudem stetig wachsende Bedeutung der beiden Begriffe „Chaos“ und „Selbstorganisation“ für physikalisch-chemische, für biologische, für soziobiologische, ökologische, ja selbst für soziokulturelle Systeme überblickt, wird den Kopf schütteln, wenn er registriert, daß ein Rektor für seinen notwendigerweise gerafften Inaugurationsvortrag dieses Begriffspaar zum Thema wählt, und wird sich denken: „Er ist entweder überheblich oder bereits wahnsinnig geworden.“ Diesem möglichen Vorwurf der geistigen Verwirrung werde

ich zu entgehen versuchen, indem ich mich extrem beschränke und Ihnen anhand nur dreier Beispiele aus Physik und Chemie möglichst anschaulich vor Augen zu führen versuche, was „Selbstorganisation“ ist bzw. nicht ist und wie die Naturwissenschaften vorgehen, den Begriff „Chaos“ der Mythologie zu entfremden und für sich zu beanspruchen.

Erstes Beispiel

Mein erstes Beispiel ist meinem unmittelbar eigenen Fach, der Festkörperphysik, entnommen: Es ist ein Spiegel, aber ein Spiegel besonderer Art, nämlich eine wenige Zehntel Millimeter dicke Scheibe aus reinstem, einkristallinem Silizium. Obwohl diese Scheibe die unvorstellbare große Zahl von nahezu einer Billion mal Billionen Atome enthält, sind diese Atome geradezu beängstigend perfekt angeordnet. Es genügt schon, die räumliche Lage von nur drei Atomen zu kennen, um die Kenntnis aller übrigen Billionen mal Billionen Atome zu besitzen. Die Struktur ist bei der Erstarrung des Materials aus der Schmelze entstanden, wobei die Wechselwirkung der Siliziumatome die entscheidende Rolle gespielt hat. Es ist auch dies ein Prozeß der Selbstorganisation, allerdings einer, der zu einem Stillstand, ins Gleichgewicht gekommen ist. Manfred

Eigen [1] nennt die so entstandenen Ordnungszustände „Konservative Strukturen“, da sie nicht oder nicht mehr den Charakter eines „offenen Systems“ tragen, das in Energie oder Materieaustausch mit seiner Umgebung steht. Trotz der hohen Regelmäßigkeit und Perfektion ist eine solche kristalline Ordnung eine „tote“ Struktur und sicher kein geeignetes Modell für die Organisation lebender Systeme, gleichgültig welchen Komplexitätsgrades. Ich darf aber nicht verschweigen, daß die tote Struktur dieser Kristallscheibe durch geeignete Strukturierung ihrer Oberfläche mit neuen Ordnungen überlagert werden kann. In dieser neustrukturierten Form kann sie eine nahezu unüberblickbare Fülle von Aufgaben übernehmen und zum Beispiel die Zentrale eines modernen Elektronenrechners darstellen. Dazu benötigt man allerdings nicht diese ganze Scheibe, sondern wegen des extremen Miniaturisierungs- und Integrationsgrades genügt dazu bereits etwa die Fläche Ihres Fingernagels, und zwar nicht die des Daumens, sondern Ihres kleinen Fingers.

Zweites Beispiel

Mein zweites Beispiel beinhaltet physikalische Vorgänge, die bereits mit höherer Berechtigung unter dem Titel „Selbstorganisation“ beschrieben wer-



den können. Peter Schuster [2] hat folgende Kriterien vorgeschlagen, denen ein zur Selbstorganisation fähiges System genügen muß:

1. Es muß einen Selbstverstärkungsmechanismus geben,
2. das System muß zur Variabilität insofern fähig sein, als verschiedene Muster entstehen und abgewandelt werden können, und
3. es muß ein Energie- und/oder Materialfluß vorliegen, der verhindert, daß das System einem thermodynamischen Gleichgewicht zustrebt.

Das Paradebeispiel aus der Physik für ein der Selbstorganisation nach diesen Kriterien fähiges System ist der Laser. Ich will Sie nicht mit der detaillierten Beschreibung der Prozesse belästigen, die in dieser faszinierenden Lichtquelle ablaufen. Wichtig für uns ist hier, daß ein Selbstverstärkungsmechanismus aus einer anfänglich vorhandenen Zahl von verschiedenen Schwingungszuständen eine ordnende Lichtwelle heraushebt – Hermann Haken [3] nennt sie den Ordner –, die alle am Prozeß der Lichtemission beteiligten Elektronen zu kollektivem Verhalten anhält – Hermann Haken sagt „versklavt“. Dies geschieht hier in einem offenen System weitab vom thermodynamischen Gleichgewicht; im Fall des Lasers sorgt etwa eine Batterie für eine ständige Zufuhr von Energie. Nicht nur wegen der abschreckenden Haken-schen Terminologie – ein Ordner sorgt für Versklavung aller kooperationswilligen Elektronen – ist dieses selbstorganisierende System für mich noch keine symphatische Analogie für lebendige selbstorganisierende Systeme, auch wenn man sich als versklavenden Ordner nicht eine Person, sondern eine gemeinsam formulierte Zielvorstellung eines Unternehmens vorstellt.

Drittes Beispiel

Mein drittes und letztes Beispiel für eine durch Selbstorganisation geregelte Struktur – zum Unterschied von der konservativen Struktur des Silizium-Kristalls nennt man sie eine „dissipative Struktur“ – entsteht bei der nach ihren russischen Erforschern benannten Belousov-Zhabotinsky Reaktion. Wieder erspare ich Ihnen die chemische Fachterminologie und vermerke nur, daß die spontane Bildung solcher Strukturen im Rahmen einer von Prigogine [4] und Mitarbeitern entwickelten irreversiblen Thermodynamik beschrieben werden kann. Voraussetzung ist wieder (1) die Offenheit des

Systems bezüglich des Austauschs von Energie und Materie mit der Umgebung, (2) ein Zustand fern vom thermodynamischen Gleichgewicht und (3) das Vorhandensein von auto- oder crosskatalytischen Prozessen. Autokatalyse bedeutet hier, daß Moleküle an chemischen Reaktionen teilnehmen, in denen sie für die Bildung ihrer eigenen Art notwendig sind. Dies ergibt ein Verhalten – man nennt es wegen der Form der beschreibenden mathematischen Gleichungen nichtlinear –, bei dem eine Abweichung vom gegebenen Wert nicht zurückgeregelt wird, sondern immer höhere Abweichungen verursacht. Autokatalytische Prozesse spielen eine entscheidende Rolle beim schöpferischen Akt der Gestaltbildung, wie er in einer zunächst chaotischen Suppe von Billionen mal Billionen Molekülen selbstorganisierend abläuft.

Wo bleibt nun das Chaos, das so charakteristisch für das Verhalten selbstorganisierender Systeme sein kann? Chemische Systeme können unter bestimmten Bedingungen periodische und nichtperiodische Schwingungen ausführen. Nun hat man bei der Untersuchung dieser nichtperiodischen Schwingungen entdeckt, daß sie sich zwar in der Tat chaotisch abspielen, daß aber dennoch jeder folgende Zustand sich nach strenger Gesetzmäßigkeit aus dem vorherigen ergibt. Manche dieser Erscheinungen kann man in sehr einfacher mathematischer Form beschreiben: Man errechnet den neuen Wert einer veränderlichen Größe, indem man den alten Wert mit 1 minus dem alten Wert und einem Kontrollparameter multipliziert. Wenn man versucht, die so entstehende Sequenz von Werten als Töne hörbar zu machen, so wird für einen geeignet kleinen Wert des Kontrollparameters die Folge von Werten – hier die Folge von Tönen – einem konstanten Ton zustreben; bei jedem Schritt reproduziert sich der Ton selbst. Erhöhe ich den Kontrollparameter, so beginnt bei einem kritischen Wert die Folge von Tönen zwischen zwei Werten hin und her zu pendeln, bei weiterer Erhöhung werden es vier Töne, denn acht, doch schließlich passiert etwas Merkwürdiges: Oberhalb eines kritischen Kontrollparameters beginnen die Tonfolgen keinem Muster mehr zu gehorchen, obwohl nach wie vor jeder Ton nach einem strengen Gesetz aus dem vorhergehenden berechnet wird. Wegen der Strenge dieses Gesetzes wird das entstehende offensichtliche Chaos auch „deterministisches Chaos“ genannt.

Anliegen zur Universitätsreform

Nachdem ich Sie nun mit einem schon recht komplexen chemischen System vertraut gemacht habe, würde mein Thema eigentlich erst richtig interessant, da bei weiter zunehmender Komplexität die Beschreibung komplizierterer biochemischer Prozesse und die Frage nach der Entstehung des Lebens ins Spiel kommt. Ich würde jedoch die Grenzen meines Faches unzulässig überschreiten und den mir gesetzten Rahmen weit überbeanspruchen, wollte ich – etwa Erich Jantsch [5] folgend – die Bedeutung der Selbstorganisation bis hinaus zur soziokulturellen Evolution nachverfolgen. Ich vollführe hier die Wendung zum zweiten Teil meines Beitrages und frage, ob das in der unbelebten und belebten Natur offensichtlich so erfolgreich wirksame Prinzip der Selbstorganisation irgendeine Bedeutung für die Organisation des Systems Universität haben kann.

Gegenwärtig steht eine große Reform der Organisation der österreichischen Universitäten an und ein intensiver Diskussionsprozeß über mögliche Optionen ist in Gang gekommen. Sie werden nun mein Bemühen, Ihnen Selbstorganisation als Erfolgsprinzip der Natur näher zu bringen, noch besser verstehen, wenn ich dafür plädiere, dieses Prinzip auch für die Organisation der Universitäten zum Tragen kommen zu lassen. Anders ausgedrückt, ich plädiere dafür, daß die Autonomie, die den Universitäten in manchen Bereichen der Forschung und Lehre bereits gewährt ist, auch auf den Bereich der Organisation ausgedehnt wird. Soll diese ambitionierte Forderung auch Chancen auf Erfüllung haben, muß sie überzeugend begründet werden. Ich möchte versuchen, im folgenden einige Gründe zu ihrer Untermauerung beizutragen:

1. Es hat sich in vielen Bereichen der Technik, in der Architektur, im Bauingenieurwesen, im Maschinenbau, in der Elektrotechnik, aber auch der Wirtschaft als klug herausgestellt, Erfolgsprinzipien der Natur nachzuahmen.
2. Sehr viel überzeugender ist für mich, daß positive Erfahrungen auf dem Gebiet des Managements großer Unternehmungen mit dem Prinzip der Selbstorganisation vorliegen. Ich war nicht wenig erstaunt, als bei einem Seminar der österreichischen Rektorenkonferenz der Generaldirektor des österreichischen Zweiges eines großen multi-



nationalen Konzerns die Management- und Führungs- Philosophie seines Unternehmens erläuterte und sich dabei herausstellte, daß auch dort die Selbstorganisation von Unternehmensteilen geeigneter Größe als Organisationsprinzip eingeführt wurde und sich erfolgversprechend entwickelt. Als ich ihn in der Diskussion danach fragte, wie mit dem Chaos-Potential selbstorganisierender Systeme umgegangen werde, gestand er freimütig, daß sich solche chaotische Phasen immer wieder einstellen und daß man mit ihnen umzugehen lerne.

3. Selbstorganisatorische Strukturen tragen am ehesten in sich die Möglichkeit, den erklärten Zielen einer Universitätsreform, nämlich Deregulierung, Dezentralisierung, Flexibilisierung und Entbürokratisierung näher zu kommen.
4. Staatliche Lenkung und staatliche Eingriffe haben bei Strukturen der Wirtschaft weitgehend versagt; sie für Strukturen der Bildung als zukunftsfähiges Modell anzubieten, erscheint paradox und anachronistisch. Staatliche Aufsicht und Kontrolle hingegen muß als selbstverständliche Randbedingung anerkannt werden, da die Universitäten als selbstorganisierte Systeme nicht autark sind, sondern – als Subsystem der Gesellschaft von dieser finanziert – gesetzlich auftragene Aufgaben zu erfüllen haben.
5. Selbstorganisierte Strukturen fühlen sich nicht einem Machtapparat oder einer Kontrollhierarchie, sondern den selbstgesetzten Zielen verantwortlich. Wenn sie den an sie gerichteten allgemeinen Gesetzauftrag ernst nehmen, werden sie diesen durch konkrete, den Aufgaben und den Möglichkeiten angepaßte Zielvorstellungen ergänzen und selbstkritisch und selbstkontrollierend die Erreichung dieser Ziele überprüfen. Die aus einem Selbststudium als kontinuierlichem Prozeß gezogenen Schlüsse werden in größeren Zeitabständen durch eine Beurteilung von außen zu ergänzen und zu vervollständigen sein. Fremdorganisierte Systeme empfinden solche Vorgänge der Qualitätskontrolle als Angriff auf ihren Lebensnerv – für selbstorganisierte Systeme gehört die Beurteilung – etwa durch Peers eines Faches – zum selbstverständlichen Inventar ihrer Entwicklungsstrategien. Durch eine Kontrollhierarchie organisierte

Systeme sind gar nicht flexibel genug, um auf die Ergebnisse einer Qualitätsbewertung durch geeignete Maßnahmen reagieren zu können.

6. Schließlich orte ich an unserer Universität ein hohes Maß an selbstorganisatorischem Potential, das zu freier Entfaltung und voller Wirksamkeit gebracht werden sollte. Als Beleg dafür nenne ich zwei Fakten aus dem Bereich der Forschung: Die Technische Universität Graz hat pro wissenschaftlicher Planstelle die meisten Projektmittel des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung an sich gezogen. Seit Bekanntwerden der Absicht des Fonds, Spezialforschungsbereiche zu fördern, haben sich bereits vier Projektgruppen formiert. Auch eine Zahl aus dem Bereich der international vernetzten Lehre belegt dieses Potential: Die TU Graz hat die höchste Zahl von Erasmus-Projekten, sowohl absolut als auch bezogen auf die Zahl wissenschaftlicher Planstellen, beantragt.

Mein Appell an den Gesetzgeber lautet daher: Geben Sie den Universitäten nach einer Epoche, in der eine durch Kontrollhierarchien von außen bestimmte und gelenkte Organisationsform keine befriedigenden organisatorischen Strukturen erbracht hat, die Gelegenheit, ihre Fähigkeiten und ihren Mut zur Selbstorganisation unter Beweis zu stellen!

Zum Abschluß

Abschließend möchte ich zumindest versuchsweise die Frage beantworten, welche Rolle ein Rektor in einer selbstorganisierten Universität spielen kann und soll. Ich sehe für ihn zumindest zwei Aufgabenfelder:

- Zum einen sollte er das leisten, was in der Chemie von einem Katalysator erwartet wird – nämlich erwünschte Prozesse und Entwicklungen, die zum Stillstand gekommen sind oder viel zu langsam ablaufen, in Gang setzen bzw. beschleunigen. Hier setze ich mich – in freundschaftlicher Verbundenheit – in bewußten Gegensatz zu Rektor Franz Zeilinger, der in seiner Inaugurationsrede an der Karl Franzens Universität für den Rektor als Tugend die christliche Geduld gefordert hat, und ersetze sie für mich durch die katalytische Unge- duld.

- Das zweite Aufgabenfeld hat nun wieder viel mit Chaos zu tun. Der Schweizer Psychologe und Unternehmensberater Peter Müri [6] weist in seinem Buch „Chaos – Management“ darauf hin, daß jede Organisation verstehbar sei als ein Eisberg, dessen formale, über Wasser sichtbare Aspekte wie Ziele, Technologien, Strukturen, Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie finanzielle Mittel überlagert sind von einer unsichtbaren „unter Wasser“ befindlichen Eisberghälfte bestehend aus Einstellungen, Werten, Gefühlen, Interaktionen und Gruppennormen. Während der erstgenannte Bereich einer ordnenden Lenkung vergleichsweise einfach zugänglich ist, wird vielfach der unsichtbaren Hälfte zu wenig oder kein Augenmerk geschenkt – wohl wegen ihres gefährlichen Chaos-Potentials. Ich bin überzeugt, daß gerade diese Ebene einer besonderen Pflege durch uns alle, nicht nur durch den jeweiligen Rektor bedarf, weil sie die eigentlich menschliche Ebene des Abenteuers Universität darstellt.

Wer immer aber das Abenteuer Universität auf sich nimmt, ob Lernender, Lehrender oder in der Verwaltung Tätiger, sollte sich stets eines Zitats von Paul Valery bewußt sein, das Erich Jantsch [5] als Motto über sein Werk „Die Selbstorganisation des Universums“ gestellt hat und das da lautet:

„Zwei Gefahren bedrohen die Welt: die **Ordnung** und die **Unordnung**.“

Literatur:

- [1] Eigen, M.; Winkler, R.: Das Spiel, München 1981
- [2] Schuster, P.: z.B. in „Ordnung und Chaos“, Küppers, B. (Hrsg.), München 1987, S. 49ff.
- [3] Haken, H.: Erfolgsgeheimnisse der Natur, Stuttgart 1981
- [4] Prigogine I.; Stengers, I.: Dialog mit der Natur, München 1981
- [5] Jantsch, E.: Die Selbstorganisation des Universums, München 1979
- [6] Müri, P.: Chaos Management, Zürich 1985

Anmerkung der Schriftleitung:

Als interessante Ergänzung zu diesem Thema kann auf das jüngst erschienene Buch „Chaos und Management“ von Georg Turnheim verwiesen werden; lesen Sie dazu die Rezension in unserer Spalte „Neue Bücher“.

