

Die Physik des sozialen Wandels

Thomas Kron***Abstract¹**

In dem Beitrag wird versucht, das aus dem Bereich der Physik stammende Theorem der Selbstorganisierten Kritikalität auf die Gesellschaft zu übertragen, um soziale Transformationsphänomene zu erklären. Am Beispiel des Ausbruchs des Ersten Weltkriegs wird die Erklärungskraft dieses Ansatzes beispielhaft demonstriert.

I. Einleitung

Bei vielen gesellschaftlich relevanten Ereignissen stehen wir fassungslos vor der Frage: Wie konnte das nur passieren? Wie konnte es passieren, dass die Tatsache, dass sich am 28. Juni 1914 der Fahrer eines Automobils mit zwei Passagieren in den Straßen von Sarajevo verfuhr, zu Konsequenzen historischen Ausmaßes führte? Eigentlich sollte der Fahrer einen anderen Weg nehmen, wurde nur zu spät davon unterrichtet. Beim Wendeversuch geriet er dann in einen engen Durchgang, aus dem kein Weg herausführte. Genau in diesem Augenblick kam vor dem Automobil ein serbischer Student vorbei, der Mitglied der Terrororganisation „Schwarze Hand“ war. Er erschoss die Insassen des Automobils – den österreichisch-ungarischen Erzherzog Franz Ferdinand und seine Frau Sophie. Die Folge dieses Attentats war der I. Weltkrieg. Wie konnte es passieren, dass eine kleine, zunächst

* Dr. Thomas Kron, Vertr.-Prof. für Soziologie an der RWTH in Aachen und Heisenberg-Stipendiat der Deutschen Forschungsgemeinschaft, thomas.kron@soziologie.rwth-aachen.de.

¹ Für die diskursive und informationelle Unterstützung danke ich Lars Winter.

als unbedeutend angesehene Kurskorrektur der Börsenkurse der Wall Street am 6. Oktober den größten Börsencrash der Wall Street – den so genannten „Schwarzen Montag“ – zur Folge hatte, bei dem die Börse am 19. Oktober innerhalb weniger Stunden um 22,6% einbrach und damit ca. 500 Milliarden Dollar verpufften?

Diesen Beispielen ist gemein, dass es sich dabei um unerwartete und auch ungewollte Phänomene handelt, wofür in der Soziologie neuerdings der Begriff der *Transintentionalität* (Greshoff/Kneer/Schimank 2003) verwendet wird. Im Folgenden möchte ich dem Begriff der Transintentionalität allerdings eine bestimmte Bedeutung geben, nämlich als „Zustand *selbstorganisierter Kritikalität*“,² um auf diese Weise eine holistische Beschreibung der Gegenwartsgesellschaft ableiten zu können.³ Zunächst werde ich erklären, was „selbstorganisierte Kritikalität“ bedeutet (I). Dann werde ich nachzuweisen versuchen, dass die Gegenwartsgesellschaft die Bedingungen für Kritikalität erfüllt (II). Darüber hinaus wird die These vertreten, dass die moderne Gesellschaft an sich bereits auf einen Zustand selbstorganisierter Kritikalität hin angelegt ist, woraus bestimmte Konsequenzen gezogen werden können (III).

Das Ziel dieses Beitrags ist *nicht* eine genaueste Übertragung mathematischer Gleichungen auf soziale Strukturen, so wie dies Müller-Benedict (2000) fordert, dem zuzustimmen ist, dass es schwierig ist „für sprachlich-theoretische Anwendungen, in sozialen Systemen das Vorhandensein spezieller, erst durch die Selbstorganisationsforschung entdeckter und definierter Umschlagspunkte der dynamischen Entwicklung nachzuweisen [...]. Dazu gehört z.B. der Nachweis von ‚Schwellenwerten‘, ‚Bifurkationspunkten‘ (Verzweigungen), ‚Grenzen/Übergängen von Ordnung ins Chaos‘, ‚Attraktor-Bereichen‘. [...] Mag die Formulierung sozialer Beziehungen als Probleme sozialer Systeme noch fruchtbar sein, so ist der Nachweis von Selbstorganisation bei einem konkreten sozialen Phänomen als Konsequenz einer spezifischen nichtlinearen Dynamik auf sprachlich-theoretischer Ebene wohl zum Scheitern verurteilt“ (Müller-Benedict 2000: 46f.). So gesehen ist ein

² Normalerweise wird Transintentionalität vom Akteur her konzipiert, indem man z.B. fragt, wie die Bewertung des Effekts *durch den Akteur* ist, der den Effekt mitproduziert hat (gleiches gilt für die Bewertung der eigenen Handlung *durch den Akteur*), wie stark der Reflexionsgrad *des Akteurs* bezüglich der Handlungsfolgen ist oder mit welchem Grad des Wollens *der Akteur* die Handlung initiiert hat.

³ Es geht dabei um die Konturen eines allgemeinen Mechanismus, der – mehr als hier aus Platzgründen möglich ist – soziologisch spezifiziert werden müsste. Obwohl also die folgenden Überlegungen nicht vollständig empirisch geprüft und an manchen Stellen nur auf Analogien bezogen sind, sollte der theoretische Grundgedanke dennoch plausibel werden.

Nachweis qua Computersimulation wünschenswert. Aber das Fehlen einer derartigen „soziationischen Validierung“⁴ – etwa zur Bestimmung genauer quantitativer Parameterschranken zur Überschreitung von Schwellenwerten – muss nicht automatisch zur Ablehnung von Versuchen der *Konzeptübertragung* (Schulz-Schaeffer 2002) führen. Statt eines mathematisch-quantitativen Nachweises wird dabei eher semantisch-qualitativ versucht, Strukturähnlichkeiten zwischen Phänomenen verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen zu identifizieren, die es erlauben – zumindest in Form einer strukturelle Korrespondenzen vermittelnden „starken Metapher“ –, Erkenntnisse von dem einen in das andere Forschungsfeld zu übertragen. Auf diese Weise werden unter Umständen über die Darlegung z.B. von Problemähnlichkeiten neue Perspektiven eröffnet, wobei eine „Innovationsgarantie“ selbstverständlich nicht gegeben werden kann.⁵

Derartige Übertragungen sind vor allem epistemologisch stark umstritten, zumindest, wenn man nicht das Erkenntnisprogramm der generellen (und soziologischen) Systemtheorie teilt. Damit wird zugegeben, dass Physik und Soziologie mitunter unterschiedliche Erkenntnis Konzepte anwenden. Davon bleibt allerdings der Abgleich der Strukturdynamiken von Wechselwirkungen zwischen Elementen verschiedenartiger Systeme – anorganische Objekte auf der einen, individuell lernfähige Organismen bzw. im Medium Sinn operierende Akteure bzw. Kommunikationen auf der anderen Seite – unbeeinflusst. Dies schließt an die Argumentation von Simmel (1992) an, dem es ja darum ging, Formen der Wechselwirkungen unabhängig von ihren spezifischen Inhalten zu entdecken, so wie man identische/ähnliche geometrische Muster (oder bestimmte Muster von Dynamiken) in ganz verschiedenartigen wissenschaftlichen Untersuchungsfelder entdecken kann. In der aktuellen Diskussion wird diese methodologische und epistemologische Kongruenz von Soziologie und Physik unter dem Label „Social Physics“ geführt. Neben dem vermehrten Einsatz virtueller (Computer-)Experimente geht es vor allem um die Analyse sozialer

⁴ Zur Sozionik siehe Kron (2002); Malsch (1998).

⁵ Gleichmaßen wird hier weitestgehend vernachlässigt, ob und inwiefern die neue Netzwerktheorie (vgl. Barabasi 2002; Buchanan 2002; Newman/Barabasi/Watts 2006; Watts/Strogatz 1998; Watts 1999a, 1999b, 2003, 2004) und insbesondere ihre formal-mathematischen Modelle das Theorem selbstorganisierter Kritikalität mit den wünschenswerten Formalisierungen grundieren und komplementieren könnten. Hier ist auch an die Arbeiten Whites zu denken, der sich bekanntlich um eine dynamische Netzwerktheorie bemüht (vgl. insb. White 1992), die neben „patterns of connection and resonance in interaction“ auch „the phenomenology of process“ in der Genese von Netzwerkstrukturen berücksichtigt (White 1995: 1038).

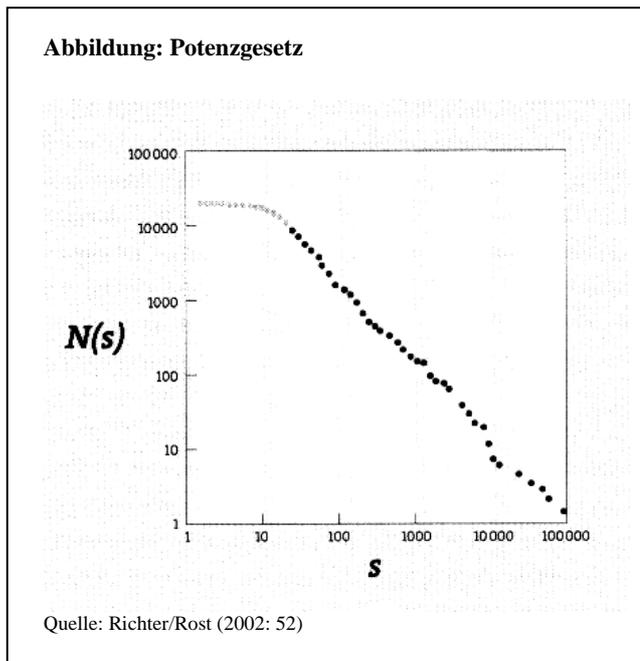
Muster, die eben nicht zwingend von den Eigenschaften der Akteure abhängen: „The most important lesson of modern physics is that it is often not the properties of the parts that matter most, but their organization, their pattern and form. That’s true at the level of atoms and molecules, and well above that level too“ (Buchanan 2007: 10). In der Erzeugung von Mustern unabhängig von den Qualitäten der basalen Elemente liegt die Selbstorganisationsfähigkeit sozialer Aggregationen begründet. Der Ansatz der sozialen Physik versucht die Erzeugung sozialer Muster über das handelnde Zusammenwirken von Akteuren zu erklären, indem er den „basic causal mechanism“ (Buchanan 2007: 17) darlegt. Diese Vorgehensweise ist prinzipiell identisch mit dem relativ neuen Ansatz der „mechanismischen Erklärungen“ in der Soziologie (Hedström 2005; Schmid 2006), der ebenfalls davon ausgeht, dass man die Komplexität sozialer Aggregationen durch die Aufdeckung der Erzeugungsmechanismen im handelnden Zusammenwirken der Akteure nur dann leisten können, wenn man eine möglichst einfache und dennoch realistische Akteurtheorie zugrunde legt. Der Akteur wird zum „social atom“ (Buchanan 2007), das sehr simplen Regeln folgt, in dieser Modellierung aber die Analyse komplexer Strukturdynamiken erlaubt.⁶

II. Selbstorganisierte Kritikalität

„Selbstorganisierte Kritikalität“ ist ein der Physik komplexer dynamischer Systeme entliehener Begriff. Zur Veranschaulichung kann man mit dem „Erfinder“ Per Bak (Bak1996; Bak/Chen 1993; Bak/Tang/Wiesenfeld 1997) als Modellfall einen Sandhaufen betrachten, auf den langsam und gleichförmig Sandkörner rieseln.

⁶ Mittlerweile gibt es eine Reihe bekannter Untersuchungen, die an die Perspektive der sozialen Physik anschließen. So zeigt z.B. Gladwell (2000; vgl. Buchanan 2000) wie die Sensibilität gegenüber den Anfangsbedingungen (ein Kerntheorem der Chaostheorie) auch im Sozialen gilt, und Strogatz (2003) beschreibt soziale Ordnungsbildungsprozesse ausgehend von der physikalischen Frage, weshalb gekoppelte Oszillatoren sich unter bestimmten Bedingungen selbst synchronisieren. Eine Übersicht über verschiedenartige Anwendungen der sozialen Physik bietet Ball (2004).

Es handelt sich somit um ein offenes System im Nicht-Gleichgewicht, das durch Energieproduktion (durch rieselnden Sand von oben) fortbesteht. Dabei entstehen Sandlawinen durch Kettenreaktionen, in denen ein einzelnes Sandkorn weitere anstößt, die wiederum weitere Sandkörner mitreißen, so dass man eine kollektive Dynamik erkennen kann, die sich vom Verhalten der einzelnen Sandkörner unterscheidet. Ein solches Sys-



tem weist nun zwei wichtige Eigenschaften auf. Die erste Eigenschaft ist: Das System ist *skaleninvariant*. Trägt man die Größe einzelner Lawinen (gemessen durch die Gesamtzahl der Sandkörner) im Verhältnis zur Anzahl der Lawinen mit einer bestimmten Größe logarithmisch auf, dann erkennt man, dass die Anzahl der Lawinen mit einer bestimmten Größe G umgekehrt proportional zu einer Potenz von

G ist. Mit anderen Worten, es handelt sich um ein so genanntes *Potenzgesetz* („power-law“). Das bedeutet, dass die Funktion unverändert bleibt, auch wenn man die Einheiten ändert. Es gibt somit keine „normale“ Größe von Lawinen.⁷

Diese Bedeutung des Potenzgesetzes wird deutlich durch eine Eigenschaft, die man *Selbstähnlichkeit* nennt. D.h., jeder Ausschnitt aus der Verlaufsform von Lawinen sieht (in etwa) immer gleich aus. Betrachtet man z.B. die Küstenlinie auf einer Landkarte mit

⁷ Man könnte argumentieren, dass „power-law“-Beziehungen lediglich das Offensichtliche formulieren. Selbstverständlich ist eine große Lawine seltener als eine kleine Lawine (oder wissenschaftliche Manuskripte mit einem hohen Einfluss auf den weiteren wissenschaftlichen Werdegang sind seltener als solche mit niedrigem Einfluss). Ein Potenzgesetz drückt aber mehr als dies aus (Ball 2004: 243): Es beschreibt die spezifische Art und Weise, in der die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses mit der Stärke des Ereignisses zusammenhängt. Erstens sind große Ereignisse in power-law-Beziehungen wahrscheinlicher als in reinen Zufallsbeziehungen. Und zweitens gibt es keine a priori Begründung, dass jedes Mal, wenn man die Stärke des Ereignisses verdoppelt, seine Eintrittswahrscheinlichkeit um eine konstante Potenz abnimmt. „The general message of a power law is indeed intuitively obvious; the precise mathematical relationship, however, is not at all inevitable“ (Ball 2004: 243).

schwacher Vergrößerung, dann zeigt sich ein sehr zerklüfteter Verlauf. Eine Bucht folgt auf die andere. Betrachtet man dann einen kleinen Ausschnitt der Küste auf einer Karte mit stärkerer Vergrößerung, entsteht ein ähnliches Bild. Die genauere Karte zeigt weitere Buchten, die auf der Übersichtskarte nicht erkennbar waren. Die Küstenlinie ist selbstähnlich, was ebenfalls bedeutet, dass prinzipiell keine Küstenlänge bestimmbar ist.⁸ Eine „exakte Selbstähnlichkeit“ existiert allerdings nur künstlich erzeugt wie beim sog. „Apfelmännchen“, alle realen Systeme mit dieser Eigenschaft sind mehr oder weniger selbstähnlich (z.B. Börsenkurse oder Herzrhythmen). Selbstähnlichkeit bedeutet trotzdem auch in diesen „nicht exakten“ Fällen, dass es keine hervorgehobene Größenordnung gibt.

Wichtig für das Folgende sind die Konsequenzen, die aus der Skaleninvarianz gezogen werden: Wenn der gleiche Vorgang in allen Größenbereichen abläuft, dann haben große und kleine Konsequenzen die *gleiche* Ursache. Eine große Lawine hat dieselbe Ursache wie eine kleine Lawine, nämlich dass jeweils *ein* Sandkorn auf den Sandhaufen hinzugefügt wird. Wenn aber dieselbe Ursache große und kleine Folgen zeitigen kann, dann ist weiterhin eine zeitliche Vorhersage *unmöglich*, d.h. man kann nicht sagen, wann es zu einer Lawine kommt, und selbst wenn man den Anfang einer Lawine beobachtet, kann man nicht sagen, wie groß diese werden wird. Die von der Chaostheorie betonte „Sensibilität gegenüber den Anfangsbedingungen“ verhindert auch in kritikal Systemen die Prognose. Überträgt man diesen Gedankengang auf das Soziale, könnte man formulieren: Wenn die Gesellschaft ein kritisches System wäre, dann kann *jede* Handlung / Kommunikation Transintentionalitäten zeitigen und große sowie kleine Konsequenzen mit sich bringen, ohne dass diese prognostizierbar wären.

Hinzu kommt die zweite Eigenschaft derartiger kritikal Systemen. Diese Systeme fallen ohne exogene Interventionen von zwei Seiten *immer wieder* in den kritikal Zustand zurück (daher der Begriff *selbstorganisierte* Kritikalität): Wenn der Sandhaufen *überkritikal* wird, dann geht eine Lawine ab. Der Sandhaufen wird wieder flacher. Ein flacher *unterkritikal* Sandhaufen häuft sich solange auf, bis der kritikal Zustand wieder erreicht wird und sich der Sandhaufen „am Rande des Chaos“ befindet, wobei ein einzelnes Sandkorn unterschiedlich große Lawinen auslösen kann, bis er schließlich (irgendwann) wie-

⁸ Wenn man beispielsweise die Küste Norwegens mit Landkarten ausmisst, die in ihrem Maßstab von 0,6 km bis 80 km variieren, so ändert sich die Küstenlinie von 2.500km bis 30.000km (Richter/Rost 2002: 93).

der überkritikal wird. Der kritikal Zustand – das Leben „am Rand des Chaos“ – ist somit ein „Attraktor“. Wenn dies auch für die Gesellschaft zuträfe, dann würde dies bedeuten, dass auch die Gesellschaft immer wieder auf kritikal Zustände hinausläuft, die schließlich große und/oder kleine Konsequenzen – und wie an den Eingangsbeispielen gezeigt: auch Katastrophen – zur Folge haben können.⁹

III. Gesellschaftliche Bedingungen von Kritikalität

Bevor man die Gesellschaft in simpler Analogie als selbstorganisiert-kritikales System bezeichnet, muss man zuvor klären, welche Bedingungen es sind, die zu selbstorganisierter Kritikalität führen. Dann erst muss geprüft werden, ob die Gesellschaft diese Bedingungen aufweist, denn die Physik gibt nur ein Denkschema vor, dass soziologisch erst noch gefüllt werden muss.

Generell werden drei Bedingungen für kritikal Systeme vornehmlich genannt: (1) Ein dichtes Netz von Wechselwirkungen; (2) bestimmte Randbedingungen; (3) bestimmte Charakteristika der Systemelemente.

Als Bedingung für selbstorganisierte Kritikalität gilt erstens ein *dichtes Netz von Wechselwirkungen der Systemelemente*. Das bedeutet, dass Interaktionen zwischen den Elementen zum Einen *eng gekoppelt*, also stark aufeinander einwirkend sind. Zum Anderen sind diese Wechselwirkungen *nicht-linear*, was in der Regel auf sich selbst verstärkende Eigenschaften zurückzuführen ist (*positive Rückkopplung*). Komplexe sozio-technische Systeme können z.B., wie vor allem Perrow (1987) eindringlich beschrieben hat, (u.U. katastrophische) positive Rückkopplungen erzeugen. Dass hier kleinste Ursachen größte Wirkungen haben können, scheint offensichtlich: „Selbst das Auswechseln von Glühbirnen bringt bei diesen hoch entwickelten, komplexen Systemen [gemeint sind Kernkraftwerke, T.K.] Gefahren mit sich“ (Perrow 1987: 72). Genau aus diesen Bedingungen resul-

⁹ Zur Beziehung von Chaos bzw. Komplexität zu Katastrophen siehe z.B. Clausen (2004), Jäger (1977), Thom (1975). Die Relevanz derartige Ansätze für eine soziologische Theorie sozialen Wandels betont Hallinan (1997). Allerdings bedeutet die Rede von „Zusammenbrüchen“ oder „Lawinen“ nicht immer, dass man dies negativ bewerten muss, die Bewertung hängt ganz von dem vorliegenden Fall ab und kann auch positiv sein, z.B.: „Die freie Marktwirtschaft ist effizient, aber nur, wenn sie sich permanent am Rand des Abgrunds bewegt, d.h. wenn sie sich im kritikal Bereich befindet. Der Markt kann nur effizient sein, wenn die schwächeren und ineffizienten Produzenten regelmäßig weggefegt werden.“ (Rojas 1997: 384; vgl. zu diesem Themenfeld der Chaostheorie auch Haag 1996; Woeckener 1997).

tiert das so genannte „deterministische Chaos“ (vgl. an der Heiden 1996; Dangelmayr/Hettel 1997; Küppers 1996) im Gegensatz zum reinen Zufall, bei dem es keine irgendwie geordneten Abhängigkeiten der Systemelemente gibt.¹⁰

Als zweite Bedingung werden Randbedingungen benötigt, die einen kritikalsten Zustand zulassen. Dazu gehört die ständige (endogen oder exogen produzierte) *Hinzufügung von Energie* (d.h. es muss sich um energetisch offene Systeme handeln), die mit einigen Freiheitsgraden weitergeleitet werden kann. Die Energie des Sandhaufens ist das Hinzufügen einzelner Sandkörner, die sich relativ frei auf dem Sandhaufen bewegen können, da dieser z.B. nicht dadurch eingeschränkt wird, dass er in einer engen Röhre steckt, in der sich die hinzugefügten Sandkörner nur stapeln können.

Drittens handelt es sich um solche Systemelemente, die ein *langsames Aus-dem-Gleichgewicht-bringen* ermöglichen. Kritikalste Systeme haben eine lange Latenzphase, bevor dann ein abrupter Wandel einsetzt. Jäger (2001) spricht von einer „Inkubationszeit“, so wie man sich manchmal mit einer Krankheit infiziert, lange bevor diese dann scheinbar schlagartig ausbricht. Die Veranschaulichung selbstorganisierter Kritikalität mit einem Sandhaufen ist insofern trügerisch, als dass sich in späteren Experimenten gezeigt hat, dass die Skaleninvarianz nicht eindeutig ist, bzw. dass sie eindeutiger sein könnte, wenn man Reis statt Sand verwendet, weil Reis „klebriger“ ist und weniger schnell überkritikal wird (Springer 1996). Damit wird ausgedrückt, dass es durchaus einen Einfluss der Form der Systemelemente sowie der Geometrie ihrer Anordnung auf den Kritikalitätsverlauf gibt.

Die Frage ist nun: liegen gegenwärtig Bedingungen vor, die anzeigen, dass die Gesellschaft sich in einem Zustand der Kritikalität befindet? Ein Problem bei der Beantwortung dieser Frage ist, dass es durchaus Untersuchungen gibt, die in diese Forschungsrichtung arbeiten, aber diese zielen zumeist auf die Organisations- und auch Interaktionsebene. Die Frage hier ist aber, ob es auch auf *gesellschaftliche* Bereiche gibt, in denen es zu „normal

¹⁰ In der Perspektive komplexer dynamischer Systeme sind die Begriffe „Ordnung“ und „Chaos“ nur noch als „metaphysische Grenzbegriffe“ (Bühl 1990: 125) zu verstehen, da nun festzustehen scheint, dass das so genannte „Chaos“ selbst aus einer streng deterministischen Ordnung hervorgehen kann, genauso wie Gesetzmäßigkeiten im „chaotischen“ Verhalten erkennbar sind. Auch an dieser Stelle scheint die für die westliche Wissenschaftskultur typische aristotelische bivalente Logik zu versagen und eine eher den östlichen Glaubenssystemen entsprechende „Fuzzy-Logik“ angemessener (vgl. Kosko 1993, 2001, Kron 2005a).

accidents“ kommt, so wie das etwa Charles Perrow (1987) und Michael Crozier (1971) für Organisationen oder Rainer Paris (1998) für Interaktionssysteme aufgezeigt haben.

IV. Enge gekoppelte Wechselwirkungen und soziale Nicht-Linearitäten

Um diese Frage zu beantworten, werde ich mich mangels empirischer Forschung zu speziell diesem Forschungsgegenstand auf eine Spurensuche begeben und Indizien sammeln, d.h., ich werde soziologische *Gegenwartsdiagnosen* (vgl. Schimank/Volkman 2000; Volkman/Schimank 2002) daraufhin „abklopfen“, ob die genannten Bedingungen für Kritikalität in irgendeiner Weise in den Beschreibungen als relevante Charakteristika der zeitgenössischen Gesellschaft genannt werden. Ich verwende dazu Diagnosen, die *gesellschaftstheoretisch* fundiert sind, zum Einen Richard Münchs (1991, 1995) Diagnose der „Kommunikationsgesellschaft“ zum Anderen Niklas Luhmanns (1986, 1997) systemtheoretisch fundierte Vorstellung der funktional differenzierten Gesellschaft.¹¹

Aus der Perspektive Richard Münchs und der daraus folgenden Gegenwartsdiagnose der „Kommunikationsgesellschaft“ kann man die engen Kopplungen der Systeme deutlich erkennen. Zentral ist dafür das so genannte „Interpenetrationstheorem“, nach dem die Systeme, sofern sie störungsfrei funktionieren, in ständigen Austauschbeziehungen mit anderen Systemen stehen und sich über die wechselseitige Zuführung und Konsumierung von Inputs und Outputs gegenseitig durchdringen (Münch 1991: 345ff.). Besonders die

¹¹ Die soziologische Systemtheorie hat spätestens seit Parsons eine starke Affinität zu naturwissenschaftlichen Überlegungen, der sich bekanntlich von der Kybernetik hat inspirieren lassen und als Dynamisierungs-/ Steuerungsmodell in sein AGIL-Schema übernommen hat. Sowohl Luhmann als auch Münch geben diese kybernetische Orientierung in ihren systemtheoretischen Varianten mehr oder weniger auf. Während man bei Münch (1986) eine Abwendung von den Naturwissenschaften und eine Hinwendung zu kulturwissenschaftlichen Analysen beobachten kann, übernimmt Luhmann (1984) bekanntermaßen Konzepte u.a. aus der Biologie (Autopoiesis) und der Mathematik (Formkalkül). Für einen aktuellen Vorschlag, Luhmanns Systemtheorie um das mathematische Konzept der Fuzzy-Logik zu erweitern siehe Kron/Winter (2005).

An dieser Stelle ist festzuhalten, dass es hier *nicht* darum geht, das Konzept der Theorie autopoietischer Sozialsysteme (oder der voluntaristischen Handlungstheorie) mit dem Konzept selbstorganisierter Kritikalität abzugleichen. Vielmehr geht es um die gesellschaftstheoretisch ambitionierten *Gegenwartsdiagnosen* von Münch und Luhmann zur Darlegung der Bedingungen für Kritikalität, ohne dass man darauf eingehen muss, ob die unterlegenden soziologischen Konzepte dem physikalischen widersprechen oder nicht. Ob kritikalere Systeme autopoietisch sind, muss folglich ebenso offen bleiben wie die Frage, ob autopoietische Systeme kritikal sind. Zur Verwendung der Fuzzy-Logik für die Akteurtheorie siehe Kron (2005b).

symbolisch generalisierten Kommunikationsmedien spielen in einer „kommunikativ explodierten Welt“ (Kron 2000) eine wichtige Rolle. Sie sind die Träger der Energieflüsse der Intersystembeziehungen, deren Ausbalancierung als notwendige Bedingung für ein möglichst einwandfreies Funktionieren des sozialen Systems betrachtet wird, weshalb Münch folglich den gezielten Brückenbau zwischen den Sub-Systemen empfiehlt. Für die Gegenwartsgesellschaft diagnostiziert Münch (1991, 1995) nun eine Radikalisierung der Interpenetrationen. Die Beschleunigung, Globalisierung, Vermehrung und Verdichtung gesellschaftlicher Kommunikation sei für alle Systeme und vor allem für alle wechselseitigen Durchdringungen der Systeme auszumachen. In diesem Sinne befindet sich die Gesellschaft in einem Zustand engster Kopplungen.

Allerdings sieht Münch die Interpenetrationen zwischen den Systemen noch eindeutig linearen Dynamiken unterworfen.¹² Diese Sichtweise ist der Fundierung durch die Systemtheorie von Talcott Parsons geschuldet, die zu sehr auf ein Gleichgewichtsmodell abzielt¹³, was in der Kritik auch mehrheitlich angemerkt wurde (stellvertretend Schmid 1998: 238ff.). Aus diesem Grund bekommt man mit Münchs Theorie auch nicht richtig in den Blick, dass Interpenetrationen – auch wenn sie perfekt ausbalanciert wären – eben nicht nur für Ordnung, sondern auch für Kritikalität sorgen oder zumindest in Blockaden resultieren können, die solche Spannungen erzeugen, dass das System allmählich überkritikal wird.

Mit Niklas Luhmanns gegenwartsdiagnostischer Anschauung der Gesellschaft als polykontexturales Ensemble sozialer Systeme kann man neben den engen Kopplungen noch Nicht-Linearitäten ausmachen und Münch an dieser Stelle korrigieren.¹⁴ Luhmanns (1986) Diagnose der funktional differenzierten Gesellschaft bedeutet, dass die Gesell-

¹² Siehe die von Münch formulierten Grundhypothesen des theoretischen Systems auf der Ebene des sozialen Systems (Münch 1991: 356ff.).

¹³ Man denke nur an Parsons' Vorstellung des sozialen Systems als kybernetische Ordnungshierarchie, in der *negative* Rückkopplungen wie im Beispiel von Thermostat und Raumtemperatur zu einem Gleichgewichtszustand führen.

¹⁴ Es geht an dieser Stelle *nicht* darum, *bestimmte* Formen der Nicht-Linearität des Sozialen zu identifizieren (siehe zu Modellen situations-, selektions- und transformationsbedingter Nicht-Linearität sozialer Systeme vor allem Müller-Benedict 2000; vgl. Bühl 1990), sondern darum, dass *keine Linearität* vorliegt. Auch soll nicht suggeriert werden, dass Nicht-Linearität *immer* zu Zusammenbrüchen führen (sie können bekanntlich zur Stabilisierung intentional eingesetzt werden, bzw. sind von sich aus oftmals sehr stabil, z.B. beim Autofahren) oder die zusammenbrechenden Systeme notwendigerweise nicht-linear sein müssen.

schaft sich in ein Netzwerk von Systemen mit hohem Resonanzfaktor auflöst.¹⁵ Zum Einen wird darin die Vorstellung enger Kopplungen sichtbar, wie man etwa am Beispiel der „Exklusionsverkettungen“ erkennen kann (Schimank 2000b: 135ff.): Sobald die Inklusion einer Person in ein System nicht mehr gelingt, kann dies negative Konsequenzen für die Inklusion in andere Systeme haben (Luhmann 1997: 630f.).

Der Grund für derartige wechselseitige Beeinflussungen der Systeme ist darin zu sehen, dass die operative Geschlossenheit der sozialen Systeme nicht zu deren Autarkie führt, sondern lediglich die operative Autonomie bei der Verarbeitung von Umweltdaten betont. Und das geht damit einher, dass die Systeme auch aufeinander einwirken können. Die Kriterien zur Anwendung der binären Codes, die Programme, werden nicht ausschließlich durch das System festgelegt, für das ein Programm gilt, sondern sind u.U. an andere Systeme *strukturell gekoppelt*. Auf diese Weise kann z.B. das Wirtschaftssystem die Kriterien bestimmen, unter denen der Liebes-Code des Intimsystems (Fuchs 1999) angewendet wird. Luhmann hat sich bekanntlich immer pessimistisch geäußert, wenn es um die Frage nach der Möglichkeit erfolgreicher Intervention in ein System als Steuerungsmaßnahme geht. Der Grund dafür ist in der Gefahr des unkontrollierbaren wechselseitigen Aufschaukelns zu sehen: die Komplexität der Wechselwirkungen autopoietisch operierender *und* strukturell gekoppelter Systeme macht ein kollektives Ergebnis weder prognostizierbar geschweige denn steuerbar. Dies kann man als Indiz für eng gekoppelte Wechselwirkungen *und* nicht-lineare Interaktionen auf der Systemebene deuten: „Der damit gesamtgesellschaftlich ansteigende Irritationskoeffizient spiegelt die gleichzeitige Zunahme von wechselseitigen Abhängigkeiten und Unabhängigkeiten. Die daraus folgende Unübersichtlichkeit schließt es praktisch aus, in den Beziehungen zwischen den Systemen mögliche Veränderungen und ihre Auswirkungen durchzukalkulieren“ (Luhmann 1997: 763). Strukturelle Kopplung geht mit einer ko-evolutionären Entwicklung der Systeme einher, und derartige gekoppelte Pfadabhängigkeiten sind nicht-linear, zumindest, wenn es sich um Vielkörpersysteme handelt, wie man seit Henrie Poincarés Untersuchung der Beziehung der Planeten seit Ende des 19. Jahrhunderts weiß.¹⁶

¹⁵ Die Auflösung der Gesellschaft wird jüngst auch von Uwe Schimank (2003) stark gemacht.

¹⁶ Inzwischen werden zumindest im Umfeld des Santa Fe Instituts, das sich auf Untersuchungen der Dynamik komplexer Systeme spezialisiert hat, ko-evolutionäre Entwicklungen als ursächlich für Kritikalität gesehen, was wiederum dessen universellen Charakter betont. Vor allem Stuart Kauffman (1995; vgl. Waldrop 1993: 398ff.) verfolgt diese Idee.

Auch wenn jeweils andere Konsequenzen gezogen werden, sind sich Münch und Luhmann gegenwartsdiagnostisch mehr oder weniger einig, dass die sozialen Systembeziehungen eng gekoppelt sind. Folgt man nicht den kritisierten Gleichgewichtsvorstellungen von Münch, kann man mit Luhmann zudem feststellen, dass die Systeme zumeist nicht-linear aufeinander einwirken. Aus meiner Sicht wird diese generelle Bestimmung der Wechselwirkungskomplexität von den meisten anderen Gegenwartsdiagnosen geteilt, wenngleich in jeweils bestimmten Hinsichten spezifiziert.¹⁷ Eng gekoppelte Wechselwirkungen finden sich z.B. in Latours Sichtweise der zunehmenden Technisierung der Gesellschaft, in der Hybride eine besondere Form eng gekoppelter Wechselwirkungen darstellen.¹⁸ Weitere Hinweise auf Nicht-Linearität erhält man von Anthony Giddens (1995) und dessen Metapher des Dschagannath-Wagens, der die Selbstradikalisierung der Moderne symbolisiert.¹⁹ Hinweise auf positive Rückkopplungen findet man auch bei Baudrillard in Form einer Rückkopplung von Zeichen mit dem Ergebnis der Hyperrealität von Zeichensystemen, die die Gesellschaft zu einer „Simulationsgesellschaft“ werden lässt. Dass derartige Rückkopplungsprozesse nicht gebremst werden, lässt sich wiederum in Habermas' These von der Kolonialisierung der Lebenswelt durch die Systeme entdecken, womit ein ungebremsstes Wirkungen systemische Imperative beschrieben ist, das direkt auf das Fehlen von Abweichungsdämpfungen verweist. In jüngster Zeit hat vor allem John Urry (2003) darauf aufmerksam gemacht, dass die globale Welt derartige Komplexitäten aufweist, dass die Sozialwissenschaft einen „complexity turn“ einleiten müsse, um die Sachlage noch angemessen analysieren zu können. Aus der Perspektive sozialer Physik entsprechen dem Komplexitätsansatz insbesondere die Untersuchungen zu Small-World-Netzwerkstrukturen, die sich nachweislich in sozialen Systemen wiederfinden (Watts

¹⁷ Kritisch könnte man anmerken, dass soziale Kopplungen im Gegensatz etwa zu technischen Kopplungen eher „weich“ seien und immer auch ein Unterbrechen der Kopplung möglich sei. Dem kann man allerdings entgegenhalten, dass erstens technische Kopplungen auch nicht immer „hart“ sind und ebenfalls Unterbrechungen (z.B. von Strom durch Sicherungen) möglich sind und zweitens, dass auch soziale Strukturen eine Härte annehmen können, die nicht so einfach so zu durchbrechen ist, z.B. ist die Kopplung von Politik und Wirtschaft sicherlich nicht so einfach auszusetzen.

¹⁸ Siehe zur Anfälligkeit derartiger komplexer hybrider Systeme Weyer (2004).

¹⁹ Bei Giddens (1995) findet man den Hinweis, dass die moderne Gesellschaft immer schon auf eine Entkopplung von Raum und Zeit angelegt ist, was ich als Indiz für nicht-lineare Dynamiken werten würde. Die Radikalisierung dieser Dynamik sieht Giddens in der Globalisierung, vor allem bezüglich Kapitalismus, Militär, Verwaltung, Industrialismus. Dazu passt das Bild des Dschagannath-Wagens, der alles überrollt und sich aber auch selbst zerstören kann.

1999a, 2003). Small-World-Netzwerkstrukturen begünstigen selbstorganisierte Kritikalität, weil der Energie- und/oder Informationsfluss schneller diffundieren kann. Derartige Energien (Handlungen bzw. Sinneinheiten) können im Sinne von Mario Bunge (1999) als soziale Kausalfaktoren begriffen werden, die, durch strukturelle Selektionsmechanismen (Schmid 1998, 2004, 2006) kanalisiert, das Phänomen selbstorganisierter Kritikalität generieren.

V. Die Moderne als System selbstorganisierter Kritikalität

Als ein Zwischenfazit kann man festhalten, dass es hinreichend Indizien gibt, dass die Gegenwartsgesellschaft die ersten Bedingungen für Kritikalität zu erfüllen scheint. Man kann nun diese Beobachtung zu der These verdichten, dass die moderne Gesellschaft *an sich* bereits daraufhin angelegt ist, sich auf einen Zustand der Kritikalität hinzuentwickeln.

Der Grund für die These der Gesellschaft als *selbstorganisiert*-kritikales System kann darin gesehen werden, dass die „Dialektik zwischen dem Wirklichen und dem Möglichen“ (Münch 1995) als Entwicklungslogik der modernen Gesellschaft zunehmende Vernetzungen und positive Rückkopplungen begünstigt. Diese Logik treibt die Gesellschaft immer weiter in ihrem Streben nach Rationalismus, Individualismus, Universalismus und Interventionalismus an. Die allen gemeinsame Basisorientierung ist, wie Schulze (2003: 81ff.) jüngst dargelegt hat, damit das „Steigerungsspiel“, das die Gesellschaft zu einer dem „Mehr-Gott“ geschuldeten „Multioptionsgesellschaft“ werden lässt (Gross 1994, 1999). Dies ist die Dynamik, die die „Reflexive Modernisierung“ (Beck 1996) vorantreibt: Die Selbsttransformation der modernen Gesellschaft durch den fortlaufenden Versuch der Bewältigung intern immer wieder selbst erzeugter Nebenfolgen der Nebenfolgen. „Reflexive Modernisierung meint [...] eine *potenzierte* Modernisierung mit *gesellschaftsverändernder* Reichweite“ (Beck 1996: 30.) Beck betont, dass die Vorstellung linearer Entwicklungen der Gegenwartsgesellschaft nicht mehr angemessen ist, die sich durch „*zirkuläre Summen- und Bumerang-Effekte*“ (Beck 1996: 54) auszeichnet. In seiner Theorie reflexiver Modernisierung ist die Vorstellung einer selbstorganisierten Kritikalität, wenngleich nicht so exakt formuliert, bereits enthalten, wenn Beck (1996: 58ff.) davon spricht, dass Modernisierung und Gegenmodernisierung gleich ursprünglich sind. „Es ist keineswegs – nie! – ausgemacht, [...] dass ein bestimmtes Niveau an Modernität irreversibel ist“ (Beck

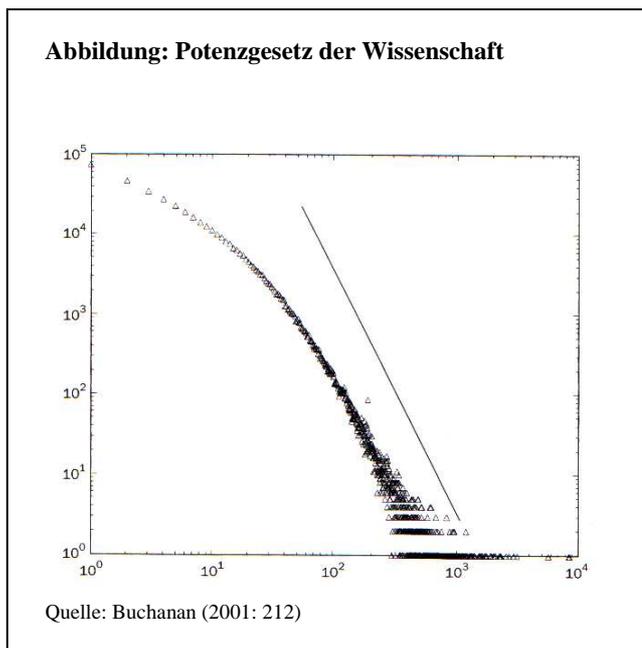
1996: 60). Modernisierung ist so gesehen ein ständig ansteigender Sandhaufen, und Lawinen sind darin z.B. die Phasen des Faschismus und Kommunismus. In diese Richtung sind die Überlegungen Zygmunt Baumans (1992a, 1992b; Junge/Kron 2007) interpretierbar, der den Holocaust eben nicht als „Betriebsunfall“, sondern als eine nahezu zwangsläufige Konsequenz des modernen Strebens nach Ordnung erklärt. Dazu wiederum Beck (1996: 62): „Diese Gleichzeitigkeit, dieses Gegeneinander von Moderne und Gegenmoderne ist aber kein Zufall oder Unfall, sondern – dafür gilt es die Augen zu öffnen und offen zu halten – systematisch bedingt und systematisch verkoppelt.“ Die Erklärung dieser „systematischen Bedingtheit“ liefert m.E. das Theorem der selbstorganisierten Kritikalität. So gesehen bezeichnet Beck (1996: 99) seinen Erklärungsversuch auch zurecht als „Theorie des *immanenten* Grundlagenwandels“ Damit ist angedeutet, dass auch die zweite Bedingung für Kritikalität, die ständige Produktion von Energie, in der modernen Gesellschaft gegeben ist.

VI. Ideen als Entwicklungsenergie

Eine Energiequelle dieser modernen Entwicklungslogik sind zweifelsohne *Ideen*.²⁰ Ideen über das Mögliche, noch nicht Verwirklichte; Ideen, wie man den aktuellen Zustand steigern kann; Ideen, wie man neue Optionen erschließen kann. Ohne immer neue Ideen würde die moderne Dynamik abbrechen. Die Ideen selbst sind aber wiederum positiv rückgekoppelt, indem z.B. eine neue Idee als Output wiederum neuen Input für weitere Ideen liefert. Ganz in diesem Sinne hat Luhmann darauf verwiesen, dass die Leitideen der Systeme, die binären Codierungen, über keinerlei Stoppregel verfügen.

Ein weiterer Grund für das nahezu unbeendbare Fortlaufen der Ideen ist dessen *Reflexivität*. In der modernen Welt der Ideen ist man schnell vom „Nachdenken, wie man es besser machen kann“ zu der Frage übergegangen „Wie kann man besser darüber nachdenken, etwas besser zu machen“. Methodisches Denken wird methodisch durchdacht. Bedenkt man nun zudem, dass jede neue Idee weitere, sich potenzierende Kombinationsmöglichkeiten beinhaltet, die wiederum oftmals sich potenzierende Wünsche zu Folge haben, dann wird die Stärke dieser positiven Rückkopplungen deutlich.

Betrachten wir beispielsweise die Leitidee der Wissenschaft, fortlaufend neue Wahrheiten zu produzieren. Wissenschaftliche Paradigmen sind nichts anderes als Bündel guter



Ideen, die über bekanntes Terrain hinaus Erklärungen geben sollen. Paradigmenwechsel sind so gesehen nichts anderes als „geistige Lawinen“ im Wissenschaftssystem. Das bedeutet, dass sich normalerweise Erkenntnisse so anhäufen, dass sie das Gebäude der Wissenschaft weiter ausbauen, sie passen in dieses Gebäude hinein. Es kann aber zu starken Spannungen kommen, die als

Widersprüche zwischen verschiedenen Paradigmen sichtbar werden und in einer wissenschaftlichen Revolution resultieren. Die auf der geistigen Basis von Albert Einstein und Anderen entstandene Quantentheorie etwa zählt zu solchen Revolutionen. Man kann festhalten, dass es auch im Feld der Ideen zu mentalen Spannungen kommt, die zu „geistigen Lawinen“ führen. Nun ist es schwierig, derartige Spannungen und Lawinen zu messen. Allerdings erhalten wir einen Hinweis von Kuhn (2003: 11): „Eine derartige Wirkung – eine andere Verteilung der in den Fußnoten zu den Forschungsberichten zitierten Fachliteratur – müsste als möglicher Hinweis auf das Auftreten von Revolutionen studiert werden.“ Schauen wir also auf das Netz der Zitate, in dem die Größe der „geistigen Lawine“ daran gemessen wird, wie oft ein Papier zitiert wird.

Was wir erkennen, ist ein Potenzgesetz: Wenn ein Manuskript doppelt so oft zitiert wird, kommt es acht Mal seltener vor. Damit gilt auch im Fall des „Ideenfeldes Wissenschaft“, dass jede Ursache – jede Entdeckung – zu einer „geistigen Lawine“ führen kann. Die Wissenschaft ist somit wahrscheinlich ein System selbstorganisierter Kritikalität, das immer wieder neue Erkenntnisse anhäuft, bis es irgendwann zu einem Paradigmenwechsel kommt, der weitere Erkenntnisgewinne mit sich bringt und so fort. Auch dies ist ein Hinweis darauf, dass die moderne Gesellschaft einen Energieabbruch nicht befürchten muss.

²⁰ Auf eine weitere Energiequelle gehe ich unten noch ein.

Fassen wir bis hierhin zusammen: Wenn die Spurensuche zu dem Ergebnis führt, dass die Gesellschaft ein „selbstorganisiertes kritisches System“ ist, dann bedeutet dies erstens, dass es immer wieder zu Spannungen in den verschiedenen sozialen Feldern kommt, die zu mehr oder weniger großen „Katastrophen“ (Lawinen) führen können. Ein kurzer Blick in die verschiedenen sozialen Systeme zeigt, dass es durchaus Pendanten zu den Zusammenbrüchen (Paradigmenwechsel) im Wissenschaftssystem gibt: Staatsstürche im politischen System, Börsencrashes im Wirtschaftssystem, Reformationen im Religionssystem, Hochschulreformen im Erziehungssystem um nur einige zu nennen.

VII. Soziale Spannungen und die Latenzphase der Kritikalität

Aber: nicht alle sozialen Strukturen sind kritikal! Wie gesagt, das hier verwendete Denkschema der Physik, das einen allgemeinen Mechanismus beschreibt, müsste erst noch soziologisch spezifiziert werden, um z.B. herauszufinden, welche sozialen Strukturen unter welchen konkreten Bedingungen zur Kritikalität neigen. Beispielweise müsste man berücksichtigen, dass gerade die moderne Gesellschaft mit ihrer inhärenten Steigerungslogik es immer wieder mit Knappheiten von Ressourcen zu tun bekommt. Darauf komme ich gleich zurück.

Eine andere Richtung, in die man denken könnte – und nun komme ich zur dritten Bedingung, der Latenzphase der Kritikalität – geht von der Überlegung aus, dass gemäß dem allgemeinen Mechanismus der selbstorganisierten Kritikalität die Arten der sozialen Spannungen und damit auch das Handeln der Akteure zweitrangig sind. Das bedeutet, die Dynamik der Kritikalität kann im Sinne der Transintentionalität auch als *Unempfindlichkeit* – als eine Art „*Makro-Robustheit*“ – gegenüber den Handlungsenergien der Akteure betrachtet werden. Soziologisch kann man als „Spannungen“ vor allem solche Intensionsinterferenzen betrachten, die aus Koordinationsproblemen, Kooperationsproblemen und Konflikten erwachsen (Esser 2000: 55ff.; Schimank 2000a: 173ff.; Schmid 1998: 150ff., 2004: 257ff.). Die spieltheoretische Betrachtung zeigt, dass jeweils unterschiedliche Interessenlagen bei den beteiligten Akteuren hinter diesen Spannungen stehen. So gibt es in Koordinationsproblemen bei Existenz mehrerer Gleichgewichte gleichgerichtete Interessen der Akteure, ohne dass eine dominante Strategie vorhanden wäre. Bei einem Kooperationsproblem dagegen gibt es für die beteiligten Akteure eine dominante Strategie, die bei Befolgung allerdings in das Dilemma führt, dass der kollektive Nutzen geringer ist,

als er sein könnte. In einem Konflikt dagegen fallen die Interessen der Akteure auseinander, ohne die Möglichkeit einer kooperativen Lösung.

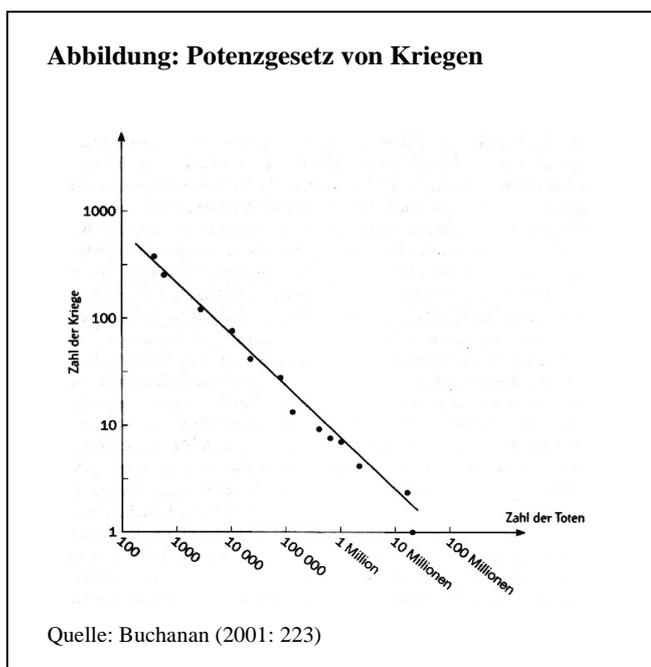
Insgesamt identifizieren wir soziologisch eine Reihe von Typen mehr oder minder starker „sozialer Spannungen“. Entsprechend des allgemeinen Mechanismus selbstorganisierter Kritikalität ist eine mögliche „soziale Lawine“ aber *nicht* ursächlich davon abhängig, welche Art Spannung vorliegt. Anders formuliert: Das Handeln der Akteure wird zweitrangig und die Struktur der topologisch-temporären Relationen erhält eine größere Bedeutung! Dies wird vor allem daran erkennbar, dass chaotisch scheinende Prozesse nicht nur durch komplexe, sondern auch durch einfach Handlungsregeln erzeugt werden können (Rojas 1997: 380).

Das bedeutet andererseits aber *nicht*, dass die Arten des handelnden Zusammenwirkens und damit die Handlungen völlig irrelevant wären, denn möglicherweise sind bestimmte Akteurkonstellationen notwendig, nicht aber auch hinreichend, so dass verschiedene Handlungen, die zu Spannungen führen, zusammen mit den bestimmten notwendigen Wechselwirkungsstrukturen auf verschiedenartige zeitliche Zustände der selbstorganisierten Kritikalität hinauslaufen, z.B. auf unterschiedliche Latenzen bzw. „Inkubationszeiten“. Notwendig ist ein Parameter ja dann, wenn er hinzukommen muss, um eine bestimmte Konsequenz zu erzeugen; allerdings genügt dieser Parameter nicht unbedingt alleine, sondern benötigt verschiedene weitere Parameter, um die Folge zu erzielen. Hinreichend ist ein Parameter dann, wenn dieser das Ergebnis alleine erzeugen kann, was aber nicht heißt, dass nur dieser eine Parameter dazu in der Lage ist. Das bedeutet, dass man unter Umständen die übliche chaostheoretische Relativierung des Kausalitätsprinzips (vgl. Mainzer 1992: 347ff.) selbst wieder ein Stück weit *soziologisch* relativieren kann, was in die Richtung der Soziologie Simmels (1992) weist, der die raum-zeitlichen Relationen zusammen mit den sozialen Spannungen als bestimmte Formen der Vergesellschaftung beschrieben hat. Zudem könnte man auf diese Weise – etwa indem man Macht- und Herrschaftsstrukturen etwa bei der Entstehung von Pfadabhängigkeiten mitberücksichtigt – eventuell unterschiedlichen Krisenpotenzialen der sozialen Systeme auf die Spur kommen, die etwa an die Diagnose des Primats der Wirtschaft in der Gesellschaft (Schimank 2005) anschließen könnten.

VIII. Endogenes Ende der modernen Entwicklungsdynamik

Ein weiterer Punkt verweist zudem darauf, dass die Art der sozialen Lawinen relevant werden kann. Wenn die moderne Gesellschaft ein selbstorganisiertes kritisches System ist, dann ist entgegen der sonst üblichen Einschätzung diese moderne Dynamik *aus sich heraus stoppbar*. Denn „selbstorganisierte Kritikalität“ bedeutet ja nur, dass das System von sich aus immer wieder in den kritischen Zustand hineinläuft, *wenn* es denn überhaupt weiterläuft. Es könnten aber durchaus auch Grenzwerte existieren, die das System zum völligen Zusammenbruch bringen, wie vor allem Frederic Vester (1983) im Zusammenhang mit ökologischen Ressourcen immer wieder eindringlich betont hat.

Als Beispiel kann man das Gemeinschaftssystem betrachten, bei dem es offensichtlich auch immer wieder zu Spannungen kommt, die in „Lawinen“ – Kriegen – resultieren. Deutet man diese Art der Lawinen in der Form von kriegerischen Auseinandersetzungen



und misst die Stärke bisheriger Kriege anhand der Anzahl der Toten, dann zeigt die logarithmische Auftragung der Stärke von Kriegen in Bezug zur Häufigkeit wiederum ein Potenzgesetz: D.h. ein Weltkrieg, der die gesamte Menschheit auslöscht, ist nicht unmöglich und auch nicht besonders unwahrscheinlich. Der in den Zeiten des „Kalten Kriegs“ genannte mehrfache „Overkill“ –

die Möglichkeit der USA sowie der ehemaligen Sowjetunion, mehrfach mittels Atombomben alles menschliche Leben zu zerstören – verdeutlicht dies ebenso wie der mögliche Einsatz biologischer Kampfstoffe etwa in Form genetisch manipulierter Viren oder Bakterien. Zudem kann man gemäß der Bedeutung des Potenzgesetzes auch nicht vorhersagen, wie stark ein Krieg wird, wenn er erst einmal angefangen hat. So gesehen berechtigt nur wenig dazu, der Entwicklungsdynamik der modernen Gesellschaft ein unbeendbares Weiterlaufen zu attestieren, wie etwa Schulze (2003: 148), der das Argument in Anschlag

bringt, dass die Möglichkeit des Zusammenbruchs deshalb unwahrscheinlich ist, weil er sonst bereits geschehen sei, oder etwa Gross und Münch, die sich ein Ende nur vorstellen können, wenn die existierende durch eine *andere* Entwicklungslogik – Differenzakzeptanz (Gross 1994: 393ff.) oder Totalitarismus (Münch 1995: 18) – ersetzt würde. Die Perspektive der selbstorganisierten Kritikalität zeigt dagegen, dass es in der Logik der selben Entwicklungsdynamik liegt, dass auch größte Zusammenbrüche eine Konsequenz jener Ursachen sein können, die bisher nur kleine Zusammenbrüche gezeitigt haben.

Im Ergebnis kann man festhalten: Die Gesellschaft ist ein selbstorganisiertes kritisches System, das aus seiner inneren Entwicklungslogik heraus immer wieder in den Zustand der Kritikalität hineinfließt, wobei es wiederkehrend zu großen oder kleinen Zusammenbrüchen kommt, die ganz unterschiedlichen Arten sozialer Spannungen geschuldet sein können.

Und noch einmal: das Beispiel 1. Weltkrieg

Man könnte diesem Versuch der Übertragung des allgemeinen physikalischen Konzepts selbstorganisierter Kritikalität auf das Soziale eine a-historische Sichtweise vorwerfen. Betrachtet man etwa das oben angeführte Beispiel des Ausbruchs des 1. Weltkriegs,²¹ so könnte man sich der geschichtswissenschaftlichen Meinung anschließen, dass dieser Kriegsausbruch intentional angeordnet und politisch gewollt war und deshalb kaum als selbstorganisiert-kritikal bezeichnet werden kann. Für diese Meinung – im Gegensatz zu der Behauptung, Deutschland sei in diesen Krieg „hineingeschlittert“ – steht vor allem der Historiker Fritz Fischer (1971) mit der Annahme, Deutschland habe den Krieg seit 1911 nahezu generalstabsmäßig geplant und herbeigeführt. Allerdings ist diese Argumentation höchst umstritten; man könnte gar von einem „Historikerstreit“ sprechen. Die Gegenpole zu Fischer bilden die Historiker Gregor Schöllgen (2000) oder Wolfgang J. Mommsen (1993, 1995), die eher die Wechselwirkungen auf der internationalen Politikbühne in dem Bemühen um Frieden ursächlich für den Kriegsausbruch machen. D.h. im Gegensatz zu Fischer wird behauptet, dass nicht nur die offensichtlichen internationalen

²¹ Dieses Beispiel ist wahrscheinlich von den oben genannten das soziologisch interessanteste, da das historische Geschehen üblicherweise ausschließlich über die Handlungen und Relationen der Akteure gedeutet wird, während etwa im Falle der Börsencrashes ein technischer Aspekt – das automatische Reagieren der Computer-Börsenprogramme aufeinander – mitberücksichtigt werden müsste.

Spannungen, getragen durch den weltpolitischen Aktionismus Deutschlands und dessen Flottenrüstung, die internationale Ordnung kriegsvorbereitend destabilisierten, sondern ebenfalls die friedenserhaltenden Maßnahmen, so dass man kaum vom einem Kriegsausbruch als zwangsläufiges Ergebnis aggressiver Tendenzen ausgehen kann.

Betrachtet man diese lang geführte Kontroverse mit etwas Abstand, erkennt man, dass die Argumente zwischen „intendierter Krieg“, „bestimmte Konstellationsstrukturen“ und „Zufall/Ur-Katastrophe“ changieren. Was fehlt ist ein Modell, das diese scheinbaren Widersprüche aufhebt und den Ausbruch des Ersten Weltkriegs einheitlich erklären kann, inklusive der Beantwortung der Frage, welcher generelle Kontext es ermöglichte, dass dieses eine „kleine“ Ereignis – das Attentat von Sarajewo – diesen großen Krieg auslösen konnte, wobei auch andere kritische Ereignisse, die es vorher gegeben hat, hätten für den Kriegsausbruch Anlass sein können. Mit anderen Worten, es fehlt *nicht* die Erklärung des singulären historischen Faktums des Attentats, sondern eine makrosoziologische Erklärung des kritischen Zustands, der es erlaubte, dass das Attentat zum Ersten Weltkrieg führte. Hier greift die Perspektive der sozialen Physik, die von den Merkmalsausprägungen (Intentionen, Charaktereigenschaften usw.) einzelner Akteure absieht und versucht, den allgemeinen Mechanismus zu entschlüsseln, der das historisch spezifische Muster des handelnden Zusammenwirkens erzeugt hat: „History is controlled by the individual *and* the collective at once, and to see how this can be, more precisely, it helps again to think of patterns – and once again consider physics. It is true that the social world is made only of individuals, and only individuals make decisions and take actions. But speaking of history a only individuals is like talking about the ocean only in terms of molecules, while never mentioning waves“ (Buchanan 2007: 158).²² Die soziale Physik bestreitet also *nicht*,

²² Ähnliche Untersuchungen werden mittlerweile auch für anderes Gewalthandeln – Terror – durchgeführt. Aaron Clauset und Maxwell Young, beide Computerwissenschaftler an der Universität von New Mexico in Albuquerque, haben das umfangreiche US-Datenmaterial über vergangene Terroranschläge ausgewertet und sind zum Schluss gekommen, dass sie die robuste Eigenschaft eines Power-Laws aufweisen (Clauset/Young/Gleditsch 2006): Anschläge (auch solche im Ausmaß vom 11. September 2001 in New York oder die Giftgasattacke in der Tokioter U-Bahn 1995), die im Vergleich zu anderen zweimal so viele Opfer (Tote und Verletzte) forderten, geschahen ungefähr viermal so selten. Ihrer Meinung nach legt dieses Ergebnis nahe, dass auch hier die Bedingungen für ein selbstorganisiert-kritisches System gegeben sind. Eine weitere Studie von Johnson et al. (2006) bestätigt diese Annahme insofern, als offensichtlich auch in „kleineren terroristischen Dimensionen“ wie in den lokal begrenzten Konflikten des Irak und Afghanistan eine statistisch signifikante Verteilung gemäß der Skalenfreiheit vorliegt. Insofern scheint zumindest die Annahme gerechtfertigt, Komplexitätstheorie zur Analyse des Terrorismus einzusetzen (Knorr-Cetina 2005).

dass es individuelle Persönlichkeiten gibt, die „Geschichte schreiben“, aber diese Persönlichkeiten generieren nicht jene Kräfte, die das historische Geschehen vorantreiben. Individuelle Persönlichkeiten werden zu „großen“ Persönlichkeiten, weil diese im Spiel der überindividuellen kritikalischen Kräfte die Schlüsselrolle des „besonderen Sandkorns“ übernehmen, das auf die richtige Stelle fällt. Anders formuliert: Eine Welt im kritikalischen Zustand hält die Rolle der „großen Persönlichkeit“ bereit, und irgendwelche „Körner“ werden sie spielen (Buchanan 2000).

Im Lichte des Konzepts von „selbstorganisierter Kritikalität“ können die verschiedenen Argumente der Historiker im Rahmen *eines* Modells integriert werden. Dabei wird deutlich, dass der Erste Weltkrieg als „große Kriegslawine“ das Resultat einer langen Latenzphase von Kritikalität gewesen ist, war doch bis zum Ausbruch des Ersten Weltkriegs seit 43 Jahren kein großer Konflikt in Europa ausgetragen worden. Ebenso deutlich sind die eng- und positiv rückgekoppelten Wechselwirkungen zwischen den Nationen. Es war vor allem Otto von Bismarck, der nach den „Einigungskriegen“ mit Dänemark, Österreich und Frankreich ein flexibles Bündnissystem der europäischen Großmächte geschaffen hatte, das weniger als stabiles Gleichgewicht, als ein „Spiel mit 5 Kugeln“ gedeutet wird – wobei alle Großmächte trotz verschiedener Krisenherde vor einem Krieg untereinander zurückschreckten. Mit der Absetzung Bismarcks und der Intervention Wilhelm II erhöhten sich die Spannungen innerhalb dieser Wechselwirkungen, nachdem der 1887 abgeschlossene, geheime Rückversicherungsvertrag zwischen Deutschland und Russland aufgehoben wurde und das Bismarck'sche Bündnissystem letztlich in ein noch enger gekoppeltes Verhältnis zweier gegnerischer Machtblöcke mit Deutschland, Österreich/Ungarn, Italien auf der einen und Russland, England und Frankreich auf der anderen Seite (die 1907 die „triple Entente“ beschlossen, eine Erweiterung des Bündnisses von Frankreich und England um Russland). Man wird bei den kaskadenhaften Ereignissen zum Kriegsausbruch sehen, dass diese eng-gekoppelten Wechselverhältnisse durchaus im Sinne positiver Rückkopplungen füreinander Resonanz erzeugten.

Relativ einfach ist die Energie aufzudecken, die das System in der Kritikalität vorantreibt: Macht. Auf der einen Seite war es vor allem das Russische Zarenreich, das im Laufe der mit dem Aufstieg Deutschlands einhergehenden Machtverschiebungen immer mehr auf die Wiedererlangung der alten Machtposition und damit auf die Machterweiterung drängte. Eher defensiv war Frankreichs Außenpolitik auf eine Machterhaltung aus,

d.h. es galt, den von Deutschland immer wieder angedrohten „Präventivkrieg“ zu verhindern. Auch England war zunächst eher macht-passiv, zumal Ziele wie die Unabhängigkeit Belgiens auf diplomatischem Wege erreicht werden konnten. Mit dem klar geäußerten Streben Deutschlands nach einer Hegemonialstellung in Europa gab England die passive Haltung auf und schloss mit Frankreich 1904 die gegen das Deutsche Reich gerichtete „entente cordiale“. Auf der anderen Seite ist die Vorantreibung der Kritikalität durch die „Energie der Macht“ für Deutschland offensichtlich, dessen Verlangen nach Gebiets-erweiterungen spätestens 1897 mit der Forderung nach dem Recht eines „Platzes an der Sonne“ die „Weltpolitik“ Deutschlands deutlich machte. Diese angestrebte Weltmachtstellung sollte durch ein gewaltiges Flottenrüstungsprogramm (neben der bereits kampfstarken Armee) durchgesetzt werden, was in einer positiven Rückkopplung im Sinne eines Rüstungswettlaufs resultierte.²³

In diesem wechselseitigen Aufschaukeln wird die Nicht-Linearität der Ereignisse deutlich, besonders kurz vor Kriegsausbruch. Zuvor aber sei darauf explizit aufmerksam gemacht, dass es in den Jahren vor Kriegsausbruch durchaus eine ganze Reihe von kritischen Ereignissen gegeben hatte, die als Äquivalent für das Attentat von Sarajevo das Potenzial eines Kriegsanlasses in sich getragen haben. Unter anderem zu nennen sind:

- die „Krügerdepesche“ 1896, ein Glückwunschtelegramm von Wilhelm II an den Präsidenten der Südafrikanischen Republik, wo ein britisches Expeditionskorps vernichtend geschlagen worden war;
- die „Hunnenrede“ von Wilhelm II 1900, mit der er für weltweite Empörung sorgte, weil er in der Verabschiedung deutscher Truppen nach China zur Hilfeleistung im „Boxeraufstand“ davon sprach, wie die Hunnen keine Gefangenen zu machen, so dass der Name „Deutscher“ in China auf tausend Jahre dadurch bestätigt werden sollte, „dass niemals wieder ein Chinese es wagt, einen Deutschen auch nur scheel anzusehen“.
- die blutige Niederschlagungen der Aufstände der Maji-Maji und der Herero 1904, die als Genozid zu bewerten sind;

²³ Damit wird deutlich, dass es in sozialen Systemen mehrere verschiedenartige „Energiequellen“ gibt, die zur Kritikalität führen können. Wie diese Energiearten selbst wiederum wechselwirken und konkret auf die verschiedenen Elemente der sozialen Systeme einwirken, müsste gesondert untersucht werden.

- die „Daily-Telegraph-Affäre“ 1908, in der Wilhelm II die Engländer als „verrückt wie Märzhasen“ bezeichnete; die Marokko-Krisen 1905 und 1911, die die allgemeine Bedrohung des Friedens durch Deutschland nach einer riskanten Machtdemonstration durch die Entsendung eines Kanonenbootes nach Marokko (der „Panthersprung nach Agadir“ 1911) verdeutlichte.
- die „Daily-Telegraph-Affäre“ 1908, in der Wilhelm II die Engländer als „verrückt wie Märzhasen“ bezeichnete; die Marokko-Krisen 1905 und 1911, die die allgemeine Bedrohung des Friedens durch Deutschland nach einer riskanten Machtdemonstration durch die Entsendung eines Kanonenbootes nach Marokko (der „Panthersprung nach Agadir“ 1911) verdeutlichte.

Warum diese Ereignisse *nicht* und das Attentat von Sarajewo dann doch den ersten Weltkrieg auslösten, wird von den Historikern nicht erklärt. Ebenfalls wird nicht erklärt, warum Wilhelm II nach der Ermordung des Erzherzogs Franz-Ferdinands und seiner Gattin zwar einen Anlass sah, den ersehnten Krieg „jetzt oder nie“ zu beginnen, weshalb aber das Ausmaß des Kriegs so weder geplant noch vorhergesehen wurde. Erwünscht war nämlich ein begrenzter Krieg auf dem Balkan – eine Illusion, der auch der eigentliche Kriegsgegner Reichkanzler Bethmann Hollweg unterlag, nachdem er sich zwar gegen die Kriegspläne Moltkes durchgesetzt, aber dennoch dem Kaiser empfohlen hatte, einen begrenzten Krieg auf dem Balkan zu führen. Man versuchte sogar aktiv, einen großen Krieg zu verhindern, indem Deutschland Österreich einen „Blankoscheck“ für militärische Strafaktionen gegen Serbien zusicherte, in der Hoffnung, Russland an einem Eingreifen zu hindern und damit die „triple entente“ zu blockieren. Wenn man heute von „Fehleinschätzungen“ spricht, dann ist dies als *nachträgliche* Bewertung sicherlich richtig. Aber man kann auch feststellen, dass der Ausbruch des Ersten Weltkriegs in der Art seines tatsächlichen Entstehens weder intendiert, rational geplant, noch als Option überhaupt in Betracht gezogen wurde. Mit dem Konzept der selbstorganisierten Kritikalität kann man zeigen, dass die ständige Produktion von Energie (Macht) in ein eng-gekoppelte System (von Staaten) zu positiven Rückkopplungen führten, die durch ein bestimmtes „geschichtliches Sandkorn“ (das Attentat) eine „Lawine kriegerischer Handlungen“ von unvorstellbarer – und offensichtlich unvorhersehbarer – Größe auslöste. Die Stationen des sich verstärkendes Pfades dieser Lawine im Jahre 1914 sind: 29. Juli: Nach dem Angriff Österreichs auf Serbien zeigte Russland Bereitschaft, dem Bündnispartner Serbien zu helfen, worauf

Deutschland einerseits mit vorsichtigen Rückzugsversuchen reagierte, andererseits zugleich aber dennoch innenpolitisch forderte, als Reaktion militärische Kriegsvorbereitungen zu treffen. Dass die Aufforderung an Österreich, es bei der Eroberung Belgrads zu belassen (Widerruf des Blankochecks) nicht mit dem Abbruch der eigenen Kriegsvorbereitungen gegen Frankreich einher ging, zeigt die Unaufhaltsamkeit der losgetretenen Lawine trotz deutscher Bemühungen.

30. Juli: Der russische Zar ordnete die Gesamtmobilmachung der russischen Truppen an. Daraufhin reagierte die deutsche Öffentlichkeit mit der Brandmarkung Russlands als Aggressor.

01. August: Wilhelm II verkündete die deutsche Mobilmachung der Streitkräfte als Akt heroischer Vaterlandsverteidigung. Am selben Tag erfolgte die Kriegserklärung an Frankreich sowie der Einmarsch in Belgien.

04. August: Deutschland ließ ein britisches Ultimatum für den Rückzug aus Belgien verstreichen, was die britische Kriegserklärung an Deutschland am gleichen Tag zur Folge hatte.

06. August: Wilhelm II erklärte in seinem „Aufruf an das deutsche Volk“: „Mitten im Frieden überfällt uns der Feind. Darum auf! Zu den Waffen! Jedes Schwanken, jedes Zögern wäre Verrat am Vaterlande.“

Bis zur Kapitulation am 11. November 1918 kämpften 60 Millionen Soldaten, von denen 10 Millionen starben und 19 Millionen verstümmelt wurden. Damit dürfte die dem Konzept der selbstorganisierten Kritikalität entsprechende Verlaufsform auch historisch deutlich geworden sein. Eine soziologische Erklärung dieser Verlaufsform hätte, wie gesagt, die Aufgabe, notwendige und hinreichende Bedingungskonfigurationen (vergleichend) aufzudecken und die für Kriegsdynamiken typischen Pfadabhängigkeiten kausal zu rekonstruieren (Mayntz 2002a, 2002b), wofür letztlich auch die Handlungsentscheidungen typischer Akteure erklärt werden müssen.

IX. Schluss

Es wurde angemerkt, dass Versuche der Konzeptübertragung von der Physik auf die Soziologie mit Kosten verbunden sind. So ist es etwa durchaus möglich, dass die recht abstrakte physikalische Sichtweise bestimmte, soziologisch relevante Problemlagen abschwächt, z.B. die Relevanz von Akteurkonstellationen bzw. von Macht- und Herr-

schaftsverhältnissen oder auch der Krisenpotentiale der sozialen Systeme. Doch was bekommt man für diesen Preis? Ein wesentlicher Vorteil ist m.E. eine verbesserte Einsicht in die komplexen Dynamiken des Sozialen. Dass die Soziologie z.B. zum Thema Finanzkrisen weitgehend durch analytische Abwesenheit glänzt, obwohl sie durchaus auf die gesamtgesellschaftliche Relevanz des Wirtschaftssystems hindeutet, ist eventuell der kritikalischen Struktur der Wirtschaft geschuldet (vgl. Mandelbrot/Hudson 2005). Somit kann die Physik zumindest zeigen, was *nicht* möglich ist. Daher kann im Anschluss an die Diagnose, dass die Gesellschaft ein selbstorganisiert-kritikales System ist, eine Therapie nach dem bisher Gesagten *nicht* darauf zielen, den Attraktor der Kritikalität per se einzuschränken, vor allem da vermutet wird, dass gerade der kritikalische Zustand der beste Zustand ist, den komplexe, adaptive dynamische Systeme erreichen können.²⁴ Auch wenn dies nicht für alle soziale Systeme gelten sollte²⁵ kann es m.E. nur darum gehen abzuwenden, dass Grenzwerte überschritten werden, die den Zusammenbruch des ganzen Systems bedeuten, wofür es nach Haag (1996: 240ff.) nur zwei generelle Möglichkeiten der Eingriffnahme gibt, nämlich die *Unterdrückung überkritikalischer Strukturen*, z.B. durch die Konstruktion von Rahmenordnungen, die auf komplexe Systeme ausgelegt sind und sich nicht auf einfache Ursache-Wirkungs-Probleme beziehen, sondern zu starke positive Rückkopplungen einschränken und trotzdem ein hohes Maß an Selbstorganisationsfähigkeit und Flexibilität bewahren (Herbst 2004). Außerdem die *punktuell gezielte Intervention*, besonders an den Verzweigungspunkten während der frühen Systementwicklung (Bühl 1990: 127; Haag 1996: 242; Landfried 1995: 262): Eine komplexitätstheoretisch angeleitete Soziologie wird dabei stets auf abhängige und schwache Kausalketten, Nicht-Linearitäten, Diskontinuitäten, Neben- und Fernwirkungen sowie weitere, für die beteiligten Akteure undurchsichtige Geschehnisse achten und ganz im Sinne von Popper (2003) eine „Interventionspolitik der kleinen Schritte“ verfolgen, um die komplexen Vernetzungen innerhalb

²⁴ So zumindest Per Bak (1996: 198): „*The critical state [...] is the most efficient state. [...] More precisely, the critical state is most efficient state that can actually be reached dynamically. [...] The self-organized critical state with all its fluctuations is not the best possible state, but it is the best state that is dynamically achievable.*“

²⁵ Es gibt offensichtlich Systeme, die eine Unterdrückung der Kritikalität durch ein Ausschalten derjenigen Strukturen erreichen, die als Bedingungen für Kritikalität gelten, also z.B. die eng gekoppelten Wechselwirkungen durch lose Kopplungen ersetzen (vgl. Bühl 1990: 148). Das Intimsystem z.B. setzt in diesem Sinne auf interne Segmentierung, so dass die Auflösung einer Familie eben nicht zu einer Gefährdung des gesamten Systems führen kann. Dies ist ein weiteres Indiz für das unterschiedliche Krisenpotential der Systeme.

des Systems zu nutzen und nicht zu bekämpfen, die verschiedenartige Gestaltungskräfte der Wechselwirkungen symbiotisch nutzen und letztlich auf diese Weise den Energieeinsatz zu verringern (Vester 1983: 117ff.). Im Sinne von Robert Axelrod und Michael D. Cohen (2000) geht es eben um „Harnessing Complexity“, um den Versuch, die Komplexität der Gesellschaft für sich zu einzuspannen, auch wenn es unmöglich ist, diese völlig zu kontrollieren.

Literatur

- an der Heiden, Uwe (1996): Chaos und Ordnung, Zufall und Notwendigkeit. In: Küppers, Günter (1996): Chaos und Ordnung. Formen der Selbstorganisation in Natur und Gesellschaft. Stuttgart. Reclam, 97-121.
- Axelrod, Robert/Michael D. Cohen (2000): Harnessing Complexity. Organizational Implications of a Scientific Frontier. New York: Basic Books.
- Bak, Per (1996): How Nature Works. The Science of Self-Organized Criticality. New York: Springer.
- Bak, Per/Chao Tang/Kurt Wiesenfeld (1987): Self-Organized Criticality. An Explanation of I/f Noise. In: Physical Review Letters 59: 381.
- Bak, Per/Kan Chen (1993): Selbstorganisierte Kritikalität. In: Spektrum, H. 3: 62-71.
- Ball, Philip (2004): Critical Mass. How One Thing Leads to Another. New York: Farrar, Straus and Giroux.
- Barabasi, Albert-László (2002): Linked: The New Science of Networks. Cambridge, MA: Perseus.
- Bauman, Zygmunt (1992a): Moderne und Ambivalenz. Frankfurt/Main. Fischer.
- Bauman, Zygmunt (1992b): Dialektik der Ordnung. Hamburg: Europäische Verlagsanstalt.
- Beck, Ulrich (1996): Das Zeitalter der Nebenfolgen und die Politisierung der Moderne. In: Beck, Ulrich/Anthony Giddens/Scott Lash (Hrsg.): Reflexive Modernisierung. Eine Kontroverse. Frankfurt/Main: Suhrkamp, 19-112.
- Buchanan, Mark (2000): Ubiquity. New York: Bloomsbury.
- Buchanan, Mark (2002): Nexus: Small Worlds and the Groundbreaking Science of Networks. New York: Norton.
- Buchanan, Mark (2007): The Social Atom. New York: Bloomsbury.
- Bühl, Walter L. (1990): Sozialer Wandel im Ungleichgewicht. Stuttgart: Enke.
- Bunge, Mario (1999): The Sociological-Philosophy Connection. New Brunswick, London: Transaction Publishers.
- Clausen, Lars/Elke M. Geenen/Elísio Macamo (Hrsg.) (2004): Entsetzliche soziale Prozesse. Theorie und Empirie der Katastrophen. Münster. LIT.
- Clauset, Aron/Maxwell Young/Kristian Skrede Gleditsch (2006): Scale Invariance in the Severity of Terrorism. In: physics (<http://arxiv.org/abs/physics/0606007>).
- Crozier, Michel (1971): Der bürokratische Circulus vitiosus und das Problem des Wandels. In: Mayntz, Renate (Hrsg.): Bürokratische Organisation. Köln/Berlin: Kiepenheuer & Witsch, 277-288.

- Dangelmayr, Gerhard/Jörg Hettel (1997): Chaos – Determiniertheit und Zufall. In: Krapp, Holger/Thomas Wägenbaur (Hrsg.): Komplexität und Selbstorganisation. „Chaos“ in den Natur- und Kulturwissenschaften. München: Fink, 19-42.
- Esser, Hartmut (2000): Soziologie. Spezielle Grundlagen. Band 3: Soziales Handeln. Frankfurt/Main, New York: Campus.
- Fischer, Fritz (1971): Griff nach der Weltmacht. Die Kriegszielpolitik des kaiserlichen Deutschland 1914/18, Düsseldorf: Droste.
- Fuchs, Peter (1999): Liebe, Sex und solche Sachen. Zur Konstruktion moderner Intimsysteme. Konstanz. UVK.
- Giddens, Anthony (1995): Konsequenzen der Moderne. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Gladwell, Malcom (2000): The Tipping Point. How Little Things Can Make a Big Difference. Boston, New York, London: Little, Brown and Company.
- Greshoff Rainer/Georg Kneer/Uwe Schimank (Hrsg.): Die Transintentionalität des Sozialen. Eine vergleichende Betrachtung klassischer und moderner Sozialtheorien. Wiesbaden: Westdeutscher.
- Gross, Peter (1994): Multioptionengesellschaft. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Gross, Peter (1999): Ich-Jagd. Frankfurt/Main. Suhrkamp.
- Haag, Günter (1996): Modelle zur Stabilisierung chaotischer Prozesse in der Ökonomie. In: Küppers, Günter (Hrsg.): Chaos und Ordnung. Formen der Selbstorganisation in Natur und Gesellschaft. Stuttgart: Reclam, 229-256.
- Hallinan, Maureen T. (1997): The Sociological Study of Social Change. In: American Sociological Review, H. 1: 1-11.
- Hedström, Peter (2005): Dissecting the Social. On the Principles of Analytical Sociology. Cambridge: University Press.
- Herbst, Ludolf (2004): Komplexität und Chaos. Grundzüge einer Theorie der Geschichte. München. Beck.
- Jäger, Wieland (1977): Katastrophe und Gesellschaft. Darmstadt: Luchterhand.
- Jäger, Wieland (2001): Katastrophe als gesellschaftlicher Prozess. Ein Beitrag zur Entmystifizierung. In: Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Katastrophenmedizin, Dezember: 8-13.
- Johnson, Neil F. et al. (2006): Universal Patterns Underlying Ongoing Wars and Terrorism. In: physics (<http://arxiv.org/pdf/physics/0605035>).
- Junge, Matthias/Thomas Kron (2007): Zygmunt Bauman. Soziologie zwischen Postmoderne, Ethik und Gegenwartsdiagnose. Opladen. Leske + Budrich.
- Kauffman, Stuart A. (1995): At Home in the Universe. The Search for the Laws of Self-Organization and Complexity. Oxford. Oxford Univ.-Press.
- Knorr Cetina, Karin (2005): Complex Global Microstructures. The New Terrorist Societies. In: Theory, Culture & Society, H. 5: 213-234
- Kosko, Bart (1993): Fuzzy logisch. Eine neue Art des Denkens. Düsseldorf.
- Kosko, Bart (2001): Die Zukunft ist fuzzy. Unschärfe Logik verändert die Welt. München, Zürich.
- Kron, Thomas (2000): Explodierte Kommunikation, vernetzte Gesellschaft – Richard Münchs Analyse der Kommunikationsgesellschaft. In: Schimank, Uwe/Ute Volkmann (Hrsg.): Soziologische Gegenwartsdiagnosen I. Eine Bestandsaufnahme. Opladen: Leske + Budrich, 41-56.
- Kron, Thomas (2005a): Fuzzy-Logik für die Soziologie. In: Österreichische Zeitschrift für Soziologie, H. 3: 51-89.
- Kron, Thomas (2005b): Der komplizierte Akteur. Hamburg: LIT.

- Kron, Thomas (Hrsg.) (2002): Luhmann modelliert – Sozionische Ansätze zur Simulation von Kommunikationssystemen. Opladen: Leske + Budrich.
- Kuhn, Thomas (2003): Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Frankfurt/Main. Suhrkamp.
- Kron, Thomas / Lars Winter (2005): Fuzzy Systems - Überlegungen zur Vagheit sozialer Systeme. In: *Soziale Systeme*, H. 2: 370-394.
- Küppers, Günter (1996): Wissenschaftsphilosophische Betrachtungen zur Chaosforschung. In: Küppers, Günter (Hrsg.): Chaos und Ordnung. Formen der Selbstorganisation in Natur und Gesellschaft. Stuttgart. Reclam, 149-175.
- Landfried, Christine (1995): Chaostheorie: Die neuen Sichtweisen von Kausalität, Komplexität und Stabilität. In: Politische Vierteljahresschrift, Sonderheft 26: 253-266.
- Luhmann, Niklas (1984): Soziale Systeme. Grundriß einer allgemeinen Theorie. Frankfurt/Main. Suhrkamp.
- Luhmann, Niklas (1986): Ökologische Kommunikation. Opladen. Westdeutscher.
- Luhmann, Niklas (1997): Die Gesellschaft der Gesellschaft. 2 Bd. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Mainzer, Klaus (1992): Chaos, Selbstorganisation und Symmetrie. Bemerkungen zu drei aktuellen Forschungsprogrammen. In: Selbstorganisation. Jahrbuch für Komplexität in den Natur, Sozial- und Geisteswissenschaften, Bd. 3: 259-278.
- Malsch, Thomas et al. (1998): Sozionik. Expeditionen ins Grenzgebiet zwischen Soziologie und Künstlicher Intelligenz. In: Malsch, Thomas (Hrsg.), Sozionik. Soziologische Ansichten über künstliche Sozialität. Berlin: Sigma: 9-24
- Mandelbrot, Benoit B./Richard L. Hudson (2005): Fraktale und Finanzen. Märkte zwischen Risiko, Rendite und Ruin. München. Piper.
- Mayntz, Renate (2002a): Kausale Rekonstruktion: Theoretische Aussagen im Akteurzentrierten Institutionalismus. Mannheimer Vorträge 17.
- Mayntz, Renate (2002b): Zur Theoriefähigkeit makro-sozialer Analysen. In: Mayntz, Renate (Hrsg.): Akteure-Mechanismen-Modelle. Zur Theoriefähigkeit makro-sozialer Analysen. Frankfurt/Main. Campus: 7-43.
- Mommsen, Wolfgang J. (1993): Propyläen Geschichte Deutschlands. Das Ringen um den nationalen Staat. Berlin: Propyläen-Verlag.
- Mommsen, Wolfgang J. (1995): Propyläen Geschichte Deutschlands. Bürgerstolz und Weltmachtstreben. Berlin: Propyläen-Verlag.
- Müller-Benedict, Volker (2000): Selbstorganisation in sozialen Systemen. Erkennung, Modelle und Beispiele nichtlinearer sozialer Dynamik. Opladen: Leske + Budrich.
- Münch, Richard (1986): Die Kultur der Moderne. 2 Bd. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Münch, Richard (1991): Dialektik der Kommunikationsgesellschaft. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Münch, Richard (1995): Dynamik der Kommunikationsgesellschaft. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Newman, Mark E./Albert-László Barabasi /Duncan J. Watts (Hrsg.) (2006): The Structure and Dynamics of Complex Networks. Princeton: University Press.
- Paris, Rainer (1998): Stachel und Speer. Machtstudien. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Perrow, Charles (1987): Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik. Frankfurt/Main, New York. Campus.
- Popper (2003): Das Elend des Historizismus. Tübingen: Mohr.
- Richter, Klaus/Jan-Michael Rost (2002): Komplexe Systeme. Frankfurt/Main: Fischer.

- Rojas, Raúl (1997): Chaos als neues naturwissenschaftliches Paradigma. In: *Prokla. Zeitschrift für kritische Wissenschaft*, H. 88: 374-387.
- Schimank, Uwe (2000a): *Handeln und Strukturen. Einführung in die akteurtheoretische Soziologie*. Weinheim, München: Juventa.
- Schimank, Uwe (2000b): Ökologische Gefährdungen, Anspruchsinflationen und Exklusionsverkettenungen – Niklas Luhmanns Beobachtung der Folgeprobleme funktionaler Differenzierung. In: Schimank, Uwe/Ute Volkmann (Hrsg.): *Soziologische Gegenwartsdiagnosen I. Eine Bestandsaufnahme*. Opladen: Leske + Budrich, 125-142.
- Schimank, Uwe (2003): Theorie der modernen Gesellschaft nach Luhmann – eine Bilanz in Stichworten. In: Giegel, Hans-Joachim/Uwe Schimank (Hrsg.): *Beobachter der Moderne. Beiträge zu Niklas Luhmanns ‚Die Gesellschaft der Gesellschaft‘*. Frankfurt/Main: Suhrkamp, 261-298.
- Schimank, Uwe (2005): *Kapitalistische Gesellschaft – differenzierungstheoretisch gedacht*. In: *Soziale Systeme*, H. 2 (i.E.).
- Schimank, Uwe/Ute Volkmann (2000): *Soziologische Gegenwartsdiagnosen I. Eine Einführung*. Opladen: Leske + Budrich.
- Schmid, Michael (1998): *Soziales Handeln und strukturelle Selektion. Beiträge zur Theorie sozialer Systeme*. Opladen, Wiesbaden: Westdeutscher.
- Schmid, Michael (2004): *Rationales Handeln und soziale Prozesse. Beiträge zur soziologischen Theoriebildung*. Wiesbaden: VS-Verlag.
- Schmid, Michael (2006): *Die Logik mechanistischer Erklärungen*. Wiesbaden: VS.
- Schöllgen, Gregor (2000): *Das Zeitalter des Imperialismus*. München: Oldenbourg.
- Schulze, Gerhard (2003): *Die beste aller Welten. Wohin bewegt sich die Gesellschaft im 21. Jahrhundert?* München, Wien: Hanser.
- Schulz-Schaeffer, Ingo (2002): Innovation durch Konzeptübertragung. Der Rückgriff auf Bekanntes bei der Erzeugung technischer Neuerungen am Beispiel der Multiagentensystem-Forschung. In: *Zeitschrift für Soziologie*, H. 3: 232-251.
- Simmel, Georg (1992): *Soziologie. Untersuchungen über die Formen der Vergesellschaftung*. Frankfurt/Main: Suhrkamp.
- Springer, Michael (1996): Reis-Lawinen – sortenweise selbstorganisiert. In: *Spektrum der Wissenschaft*, 4: 14-15.
- Strogatz, Steven (2003): *Sync. The Emerging Science of Spontaneous Order*. New York: Hyperion.
- Thom, René (1975): *Structural Stability and Morphogenesis*. Reading Mass: Benjamin/Cummings.
- Urry, John (2003): *Global Complexity*. Cambridge: Blackwell.
- Vester, Frederic (1983): *Unsere Welt – ein vernetztes System*. München: dtv.
- Volkmann, Ute/Uwe Schimank (2002): *Soziologische Gegenwartsdiagnosen II*. Opladen: Leske + Budrich.
- Waldrop, M. Mitchell (1993): *Inseln im Chaos. Die Erforschung komplexer Systeme*. Reinbek: Rowohlt.
- Watts, Duncan J. (1999a): Networks, Dynamics, and the Small-World Phenomenon. In: *American Journal of Sociology*. Vol. 105. Issue 2: 493-527.
- Watts, Duncan J. (1999b): *Small Worlds: The Dynamics of Networks Between Order and Randomness*. Princeton: University Press.
- Watts, Duncan J. (2003): *Six Degrees: The Science of a Connected Age*. New York: Norton.

- Watts, Duncan J. (2004): The „New“ Science of Networks. In: Annual Review of Sociology. Vol. 30: 243-70.
- Watts, Duncan J./Steven Strogatz (1998): Collective Dynamics of 'Small-World' Networks. In: Nature, 393: 440-442.
- Weyer, Johannes (2004): Creating Order in Hybrid Systems. Reflexions on the Interaction of Man and Smart Machines. Dortmund. Soziologische Arbeitspapiere, Nr. 7.
- White, Harrison C. (1992): Identity and Control. A Structural Theory of Social Action. Princeton, New York: Princeton University Press.
- White, Harrison C. (1995): Network Switchings and Bayesian Forks: Reconstructing the Social and Behavioral Sciences. In: Social Research. Vol. 62. No. 4: 1035-1063.
- Woeckener, Bernd (1997): Nichtlinearität und Chaos in der Ökonomie. In: Krapp, Holger/Thomas Wägenbaur (Hrsg.): Komplexität und Selbstorganisation. „Chaos“ in den Natur- und Kulturwissenschaften. München: Fink, 149-166.