

Die Chaostheorie und ihre Erkenntnisse für Wissenschaft, Wirtschaft und Politik

Vortrag am
Montag, 20.07.98 um 9.00 Uhr
im Lassalle-Haus Bad Schönbrunn
Edlibach/Zug (Schweiz)
auf dem
internationalen Symposium

Menschenrechte - Menschenpflichten
Der Beitrag von Buddhisten und Christen

Veranstalter:

ISPW - Institut für spirituelle Bewusstseinsbildung
in Politik und Wirtschaft

Initiatorin: Pia Gyger (Lassalle-Haus)

Einleitung

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Freundinnen, liebe Freunde,
zunächst möchte ich Ihnen eine kurze Inhaltsangabe meines Vortrages geben:

- Als erstes hören Sie einige Anmerkungen zur Zeit und zum beginnenden Wandel in den Wissenschaften, der nicht unerheblich durch die neuesten Erkenntnisse der Chaostheorie geprägt wird.
- Im Anschluß daran werde ich in stark komprimierter Form die grundlegendsten Botschaften und Erkenntnisse der Chaostheorie erklären. Dieser Teil liefert einen groben Überblick über das elementare Prinzip *Chaos* und über die Chaostheorie. Welche Konsequenzen das Prinzip „Chaos“ für Politik, Wirtschaft, Wissenschaft sowie für die Men-

schenrechte und Menschenpflichten beinhalten, wird dabei mit einigen Beispielen aufgezeigt.

- Der letzte und der dritte Teil meines Vortrages beschäftigt sich mit einer Reihe von Bedingungen zur Schaffung einer zukunftsfähigen und menschengerechten Welt.

Ich hoffe, daß meine Thesen und Ausführungen, für die ich eigentlich viel mehr als nur 50 Minuten Zeit benötigen würde, zu einer hoffentlich spannenden Diskussion und Gruppenarbeit führen werden. Wegen der Zeitknappheit sollten aufkommende Fragen erst in der Diskussion gestellt werden.

Der Vortrag basiert auf wichtige Thesen meines neuen Buches „Der Chaos-Schock und die Zukunft der Menschheit“.

Soweit meine einleitenden Bemerkungen.

I.

Nun zunächst einige Anmerkungen zur Zeit und zum beginnenden Wandel in den Wissenschaften.

Für uns drängt sich die folgende Frage immer dramatischer auf: Welche Möglichkeiten stehen dem Individuum und der Gesellschaft zur Verfügung, um den Ursachen der weltweiten Krisen *wirksam* entgegenzutreten zu können? Über diese außerordentlich ernste und zugleich hochkomplexe Fragestellung wird vielerorts auf individueller und institutioneller Basis intensiv nachgedacht. Daraus resultierten insbesondere in den letzten zwei Jahrzehnten zahlreiche interessante Studien. Diejenigen, die wissenschaftlich-technisch und ökonomisch Machbares mit tiefergehenden ethischen und moralischen Problemen und Erkenntnissen verbinden, übermitteln fast

immer dieselbe Botschaft, die ich folgendermaßen zusammenfassen möchte: Wir Menschen müssen unsere Wahrnehmung und die damit verbundenen Wert- und Handlungsmuster von einer *Teilsicht* auf eine *ganzheitliche* ändern. Wir müssen lernen, *globale Aspekte* in unser Denken einzubeziehen, um auf *individueller* und *lokaler Ebene* so zu werten und zu handeln, daß die Ursachen der Krisen konstruktiv angegangen werden können.

Durch die Chaostheorie, liebes Publikum, wird dieser *ganzheitliche Aspekt* seit einigen Jahren auch in Teilen der Wissenschaften ernsthaft und auf zunehmend breiterer Basis diskutiert. Diese verhältnismäßig *neue Diskussion in den Wissenschaften* beinhaltet wertvolle Aspekte zur Gestaltung einer wünschenswerten Zukunft, die uns alle angehen sollten.

Die vielfältigen Erkenntnisse der Chaostheorie wurden in den letzten drei Jahrzehnten aus umfangreichen Forschungen in fast allen naturwissenschaftlichen Disziplinen gewonnen. Zudem wurden und werden die Erkenntnisse und Vorstellungen der Chaostheorie und damit auch die der Theorie der Selbstorganisation komplexer Systeme immer mehr von den Wirtschafts-, Sozial- und Politikwissenschaften, für neue Planungs- und Produktionskonzepte, Managementtheorien sowie auch in der Krankenpflege, Psychologie, in den Geschichtswissenschaften, in der Zukunftsforschung und in der Philosophie herangezogen. Deshalb ist die Chaosforschung - die Wissenschaft von der Ganzheit - ein interdisziplinäres Forschungsfeld.

Kurzgefaßt darf festgestellt werden, daß die Chaosforschung wichtige Grundannahmen in den Naturwissenschaften, an de-

ren Genauigkeit viele Jahrzehnte lang kaum jemand gezweifelt hat, in Frage stellte und in vielen Fällen erweiterte und korrigierte.

Meine Damen und Herren, die Chaostheorie ist die Theorie nichtlinearer und komplexer Systeme. Sie ist die Wissenschaft vom Komplexen und beschäftigt sich mit der Ganzheit von Systemen.

Wissenschaftlich wird sie auch als „nichtlineare Dynamik“ bezeichnet.

Der Begriff „nichtlinear“ wird nachfolgend und besonders im 2. Vortragsteil oft benutzt. Deshalb zunächst eine kurze Beschreibung, damit er allgemein verstanden wird: Nichtlineare Systeme sind solche, in denen das Ganze mehr als die Summe seiner Teile ist. Das naheliegendste Beispiel eines nichtlinearen Systems ist der Mensch. Er lebt in einer Welt, die wiederum fast ausschließlich aus nichtlinearen Systemen besteht, wie z.B. alle Systeme unserer Umwelt, das Wetter, die menschliche Gesellschaft mit ihren sozialen Systemen. Nichtlinearität ist also der Normalfall, während Linearität in der uns umgebenden Welt die Ausnahme ist.

Linear ist ein System immer dann, wenn zwischen Ursache und Wirkung ein proportionaler Zusammenhang besteht oder, wenn das Ganze die Summe seiner Teile ist. Ebenfalls, wenn in einem System immer ein kausaler Bezug zwischen Ursache und Wirkungen nachweisbar ist und sein Verhalten berechenbar bleibt, also wenn Kausalketten determinierbar bleiben.

Meine Damen und Herren, Nichtlinearität ist die Grundlage für Systeme in der belebten und unbelebten Natur, die zwischen Ordnung und Chaos hin- und herpendeln. Nichtlineare Systeme wirken durch nicht mehr wahrnehmbare und äußerst schwer meß-

bare Änderungen in sich selbst und haben Auswirkungen auf andere nichtlineare Systeme. Deshalb können z.B. uns zunächst unbedeutend vorkommende Änderungen, die von ganz wenigen Personen oder nur einer einzelnen Person vorgenommen werden, letztendlich globale Folgen haben - positiv oder negativ. (Boykottmaßnahmen, Verzichtleistungen, Kriegsursachen als Beispiele).

Weil unsere Welt fast nur aus nichtlinearen Systemen besteht, ist diese Feststellung außerordentlich wichtig. Soviel zunächst über den Begriff „Nichtlinearität“.

Nun die wichtigsten Schlußfolgerungen der Chaostheorie.

1. Sie hat nachgewiesen, daß geringste Messungstoleranzen oder kleinste Beobachtungsfehler in allen Bereichen der belebten und unbelebten Natur zu völlig anderen als den erforderlichen, also exakten Ergebnissen führen können, wobei es nur in seltenen Ausnahmen möglich ist, überhaupt hundertprozentige Messungen bzw. absolut genaue Beobachtungen durchzuführen. Diese scheinbar kleinen Ungenauigkeiten, so haben umfangreiche Untersuchungen von Chaosforschern festgestellt, führen jedoch bei vielen wissenschaftlich-technisch bedingten Anwendungen zu Fehlerverhalten, unerwünschten Begleiterscheinungen, nicht kalkulierten Wechselwirkungen mit Umfeld- und Umweltbedingungen oder gar zu Katastrophen.
2. Sie hat nachgewiesen, daß zuverlässige Prognosen, selbst für kurze Zeithorizonte in nichtlinearen Systemen, wie Umwelt, Gesellschaft, großtechnische Anlagen oder wissenschaftlich-techni-

sche Anwendungen, nur sehr eingeschränkt möglich sind. Prognosen sind dadurch zwar nicht unmöglich, jedoch für die meisten Anwendungsgebiete ist der zuverlässig zu prognostizierende Zeithorizont außerordentlich kurz und deshalb oftmals ohne Nutzen.

Diese Erkenntnis trifft vielfach auch für die komplexen großtechnischen Systeme zu. Sie bestehen zwar aus linearer - also berechenbarer Technik - sind aber umgeben von nichtlinearen Umfeldern und oftmals von sehr vielen linearen Untersystemen. Deshalb sind die vielen linearen Systeme der Großtechnik auch nur eingeschränkt zu prognostizieren. Beispiele dafür gibt es unzählige, z.B. durch Stör- und Unfälle in Atomkraftwerken, in der Chemieindustrie, im Straßen- und Flugverkehr u.v.a.

3. Die Chaosforschung hat vielfältig nachgewiesen, daß linear angelegte und reduktionistische, also vereinfachte, Grundannahmen, die sehr oft von den Wissenschaften für dynamische und selbstorganisierende Systeme herangezogen wurden und größtenteils immer noch werden, niemals die Komplexität des betreffenden Systems einbeziehen können.

Die hier zunächst nur angeschnittenen Erkenntnisse aus der Chaostheorie bezeichne ich als den *Chaos-Schock*.

Wir wissen, daß besonders im 20. Jahrhundert, in dem Wissenschaft und Technik das Leben der Menschheit immer mehr beeinflusste und beeinflusst, sich die Risikopotentiale und ganz besonders die unerwünschten Begleiterscheinungen und Katastrophenträchtigkeit wissenschaftlicher Forschung, großtechnischer Anlagen und

gesellschaftlicher Strukturen dramatisch erhöht haben. Dadurch wurden viele Krisen in der katastrophenträchtigen *Risikogesellschaft* des 20. Jahrhunderts, um mit Ulrich Beck zu sprechen, mitbedingt (Beck 1986).

Als Stichworte nenne ich die vielfältigen Folgen der militärischen und zivilen Nutzung der Atomenergie; ungezählter großtechnischer Anlagen der Chemie- und Energiewirtschaft; der Superlandwirtschaft; der Automobil- und Luftfahrtindustrie; der Computerindustrie und der Bio- und Gentechnologie und der damit verbundenen Industrie. Die Katastrophen, die mit der Atomenergie, der Chemieindustrie und des ungezügelter Wachstums der Automobilproduktion und der Luftfahrt verbunden sind, sind uns hinlänglich bekannt.

Meine Damen und Herren, ich muß es noch einmal betonen, heute gilt mehr denn je die Feststellung, daß wissenschaftliche Forschung zu Wissen führt, welches ausnahmslos kommerzielle Anwendungen erzeugen muß - egal, ob diese notwendig und gesellschaftlich erwünscht sind, ob sie zu hohe Restrisiken haben und an der Gefährdung von Mensch und Biosphäre beteiligt sind. Zu zaghaft werden die Risikopotentiale wissenschaftlich-technischer Innovationen und deren Eingriffe in die Biosphäre und Gesellschaft ins Kalkül gezogen - zu sehr spielen ökonomische Interessen und die Durchsetzung von Machtinteressen eine Rolle.

Hier sind Wissenschaftler mehr denn je herausgefordert. Sie müssen sich mit den Folgen ihrer Forschung konfrontieren, wobei dieses auch in interdisziplinär besetzten Foren stattfinden und Grundlage der wissenschaftlichen Ausbildung werden

müßte. Die Politik muß in dieser wichtigen Frage ökologisch nachhaltige und ethisch verbindliche Rahmenbedingungen schaffen, die die Wirtschaft und das wer-tende und handelnde Individuum zu respek-tieren hat.

Abbildung 1 zeigen!

II.

Nun zu wichtigen Erkenntnissen der Chaostheorie, deren Bedeutung für die Gestaltung einer lebenswerten Welt als außerordentlich hoch einzustufen sind.

Liebes Publikum, die Chaostheorie zeigt auf, daß unser Wissen immer begrenzt bleiben wird und wir deshalb sehr vorsichtig vor sog. „einfachen Lösungen und Antworten“ sein sollten. Sie ist in gewisser Weise auch eine Erneuerung der Philosophie von Sokrates, der vor etwa 2400 Jahren lehrte: „Ich weiß, daß ich nichts weiß.“ Auch wird die These des 1994 verstorbenen Universalgelehrten Karl Raimund Popper damit eindrucksvoll bestätigt, der in seinen Büchern immer wieder betonte: „Wir wissen nicht, sondern wir raten.“ (Logik der Forschung, S.223).

Die jüngste Geschichte, die zur globalen Menschheitskrise geführt hat, ist auch eine, die „einfache Lösungen und Antworten“ für komplexe Fragestellungen hatte - viele davon haben Fehlentwicklungen eingeleitet und Katastrophen bedingt.

Um komplexe Fragestellungen angemessen beantworten zu können, muß die reduktionistische Vorgehensweise in Wissenschaft und Technik und in Politik und Wirtschaft, aufgegeben werden und durch eine ganzheitliche ersetzt werden. Die Chaosforschung, als Wissenschaft von der Ganzheit, liefert hierfür wertvolle Einsich-

ten. Sie belegt, daß das heutige Wissen auch das Wissen um das Nichtwissen und Nichtwissen-Können beträchtlich erweitert hat. Sie mahnt davor, das Nichtwissen zu respektieren und die Grenzen des Machbaren ethisch einzugrenzen.

Aber heute dominiert trotzdem noch das „reduktionistische Verstehen“ vom dem der amerikanische Philosoph Hilary Putnam kritisch anmerkt: „Die Vorstellung, nur reduktionistisches Verstehen verdiene wirklich die Bezeichnung 'Verstehen', ist ein abgenutzter Gedanke, der seinen Einfluß auf unsere wissenschaftliche Kultur aber offenbar noch nicht eingebüßt hat.“ (Putnam, S.32).

Nun trage ich Ihnen einen groben Überblick über das elementare Prinzip „Chaos“ vor. Wer über tiefere Details informiert werden möchte und auch Details über die Selbstorganisation komplexer Systeme und der fraktalen Geometrie wissen möchte, dem empfehle ich meine letzten beiden Bücher.

Meine Damen und Herren, die sensitive Abhängigkeit von den Anfangsbedingungen in nichtlinearen Systemen plötzlich völlig veränderte Zustände, also Chaos, zu produzieren, wurde von dem amerikanischen Meteorologen Edward Lorenz durch Wettersimulationsmodelle im Jahre 1961 entdeckt. Lorenz hatte aufgrund seiner Entdeckung rund 10 Jahre später, am 29. Dezember 1972, einen Artikel mit dem folgenden provozierenden Titel veröffentlicht: „Kann das Schlagen eines Schmetterlingsflügels in Brasilien einen Tornado in Texas auslösen?“ (zitiert nach Graßl und Klingholz 1990, S. 19-20). Seine Schlußfolgerung: Im Prinzip ja, weil sich die Luftströmungen eines schlagenden Schmetterlingsflügels in der Atmosphäre

durch Rückkopplungen zu Größenordnungen aufschaukeln können, die einen Tornado, viele tausend Kilometer vom Flügelschlag des Schmetterlings entfernt und erst Wochen später, auslösen können. Anzuführen ist, daß der besagte Flügelschlag genauso einen Tornado vermeiden könnte.

Was Edward Lorenz durch Wettersimulationsmodelle entdeckte, wird in den Wissenschaften als die „Geburtstunde der Chaostheorie“ gewertet.

So wie das Wetter als ein nichtlineares System sich nicht berechnen läßt, lassen sich auch alle anderen nichtlinearen Systeme nicht berechnen und damit voraussagen. Wie wir erfahren haben, besteht aber unsere Welt fast ausschließlich aus nichtlinearen Systemen. Es sind Systeme, die nur kurzfristig berechenbar sind und deren Strukturen sich durch kleinste Veränderungen vom Chaos zur Ordnung bzw. von einer Ordnung zum Chaos ändern können. Diese kleinen Veränderungen nennt man „sensitive Änderungen der Anfangsbedingungen“. Je komplexer ein nichtlineares System ist, desto kürzer ist der zu prognostizierende Zeithorizont. Oder anders formuliert: Mit steigender Komplexität eines Systems sinkt seine Berechenbarkeit. Besonders durch diese Feststellung hat die Chaostheorie letztendlich den Mythos in den Wissenschaften von der Exaktheit und Prognostizierbarkeit beendet. Was Edward Lorenz im Jahre 1961 entdeckte, das wurde, wie schon in der Einleitung angesprochen, in vielen anderen wissenschaftlichen Disziplinen eindrucksvoll bestätigt.

Meine Damen und Herren, der Begriff *Schmetterlingseffekt* ist eine *Metapher* dafür, daß schon mikroskopisch kleine Veränderungen in den Anfangsbedingungen

dynamischer Systeme große Wirkungen erzielen können. *Diese Metapher sollte und darf aber keineswegs überbewertet werden, wenn z.B. verallgemeinernd behauptet würde, daß kleinste Ursachen große Wirkungen haben.*

Die Metapher vom Schmetterlingseffekt gibt uns jedoch zu verstehen und liefert Nachweise dafür, daß das vielfältige Netz des Weltgeschehens durch gezieltes Handeln *schon im Kleinen* beeinflusst werden kann und prinzipiell beeinflusst wird - im guten wie im bösen. Dadurch wird nun sogar wissenschaftlich der dumme Ausspruch mancher Menschen widerlegt, die immer wieder sagen: „Ich kann gegen dieses oder jenes ja doch nichts unternehmen.“ Andererseits haben mehr oder weniger beabsichtigte menschliche Eingriffe in die Sozialstrukturen der Gesellschaft oder in der Biosphäre *in größeren Maßstäben*, z.B. durch den Einsatz neuer Schlüsseltechnologien, eine relativ *hohe* Wahrscheinlichkeit dafür, daß sie *spürbare Veränderungen* bewirken. Beispiele wären hierfür die Nutzung der Kernenergie - zivil und militärisch -, der Bau von Staudämmen, die Bio- und Gentechnologie, die Mikroprozessortechnik und die Breitbandkommunikation. Viele daraus resultierende Folgen entziehen sich nahezu vollständig der Prognostik.

Deshalb müssen besonders physikalische, chemische und biologische Eingriffe der Menschen in dynamische Systeme, wie die Biosphäre der Erde, so weit wie möglich die Komplexität der Welt einbeziehen. Liegen Bedenken vor, weil zu große Restrisiken bleiben, so sollten z.B. neue chemischen Substanzen nicht in den Markt gelangen, gentechnisch manipulierte Pflanzen oder Tiere erst garnicht entste-

hen oder bestimmte Forschungsvorhaben und technische Projekte nicht durchgeführt werden. Dieser Aspekt sollte, ja er muß auf gesellschaftlich breitester Basis diskutiert werden.

Liebes Publikum, die wissenschaftliche Bezeichnung für den sog. „Schmetterlingseffekt“ ist *deterministisches Chaos*. Deterministisches Chaos müßte etwa so übersetzt werden: vorausbestimmbares, aber nicht vorhersagbares und nicht berechenbares Auseinanderbrechen bestehender Ordnungen in komplexen, also nichtlinearen Systemen. Dieser Begriff beschreibt Systeme, von denen man weiß, daß in ihnen ein ständiger Wechsel zwischen „Ordnung“ und „Chaos“ herrscht. Sie sind wegen ihrer Komplexität *als Ganzes* prinzipiell nicht berechenbar, weil man von ihnen weiß, daß sich ihr Zustand durch kleinste Störungen, also neue Anfangsbedingungen, rasch verändern kann, obwohl sie selbst streng naturwissenschaftlich determiniert, also ihre einzelnen Komponenten bekannt und berechenbar sind.

Durch den sog. Schmetterlingseffekt können sich nicht mehr meßbare Änderungen in den Anfangsbedingungen in kürzester Zeit so aufschaukeln, daß das jeweilige nichtlineare System völlig veränderte Systemzustände zeigt. Zusammengefaßt leitet sich die Nichtberechenbarkeit von Systemen mit deterministischem Chaos aus folgenden 5 Gründen ab:

1. Es müssen sehr viele Systemzustände gemessen werden.
2. Es ist unmöglich, die Systemzustände von nichtlinearen Systemen exakt zu messen.
3. In nichtlinearen Systemen ist es zwar theoretisch, aber praktisch nicht möglich, alle Systemzustände zu de-

terminieren. Für eine Berechenbarkeit sind aber alle Systemzustände unerlässlich.

4. Zwischen Datenerfassung (Messung), Dateneingabe und Berechnung durch den Computer entstehen zeitliche Verschiebungen, die die gemessenen Werte obsolet werden lassen. Die Berechnung des Systems für die Zukunft wäre auch dadurch rasch fehlerhaft.
5. Schließlich gibt es mathematische Gründe, die es unmöglich machen alle Systemzustände so zu synchronisieren, um sie für eine Vorausberechnung zu verwenden (vgl. auch Woldeck 1989).

Unter günstigen Umständen können derart komplexe Systeme sehr kurz prognostizierbar sein, wenn in ihnen die Anfangsbedingungen einigermaßen berechnet werden. Deshalb ist es möglich, Wetterprognosen unter günstigen Bedingungen relativ genau für einige Tage vorherzusagen. Aber selbst dieses gelingt nicht immer, aufgrund der großen Schwierigkeiten komplexe Systeme, exakt messen und beobachten zu können.

Meine Damen und Herren, die Welt am Ende des 20. Jahrhunderts abendländischer Zeitrechnung hat sich technische und gesellschaftliche Systeme geschaffen, die derart komplex sind, daß sie sich nicht im geringsten vorausberechnen lassen, wie z.B. im Bereich der Gentechnologie, der Entwicklung von Ökosystemen und *in allen sozialen und politischen Systemen der Gesellschaft*. Wer hätte z.B. den Wegfall des Eisernen Vorhangs im Jahre 1989 und die damit verbundenen Änderungen in den sozialen Systemen in den Ländern des ehemaligen real existierenden Sozialismus etwa im Jahre 1985 einigermaßen zuver-

lässig prognostizieren können?

Selbst die größten Optimisten in den umstrittenen Forschungs- und Wirtschaftsbereichen der Bio- und Gentechnologie geben zu, daß sie die längerfristigen Folgen von genmanipulierten Lebensmitteln oder Tieren nicht einschätzen können und somit ein Restrisiko nicht ausschließen möchten.

Wer wagt es, die Veränderungen von ökologischen Systemen auf längere Sicht zu beschreiben? Kein Mensch wird jemals Prognosetechniken entwickeln können, um längerfristige Entwicklungen von gesellschaftlichen Systemen oder auch nur Teile von ihnen zu berechnen. Durch die hohe Komplexität von nichtlinearen Systemen, den vielfältigen positiven und negativen Rückkopplungen und ihren sensitiven Abhängigkeiten von den Anfangsbedingungen werden sie nie berechenbar sein. Dafür führe ich in meinem Buch zahlreiche Beispiele mit umfangreicher Hintergrundliteratur an. Die Synthese der Forschung an nichtlinearen Systemen mit ihren Folgen für Wissenschaft und Gesellschaft nenne ich den Chaos-Schock. Sie wird mittlerweile immer breiter diskutiert.

Die nachfolgenden Betrachtungen sind wesentlich eingängiger und einfacher, nachdem Sie nun grundlegendes über das elementare Prinzip Chaos gehört haben.

Meine Damen und Herren. Welche Schlußfolgerungen können wir aus dem bislang gesagten ziehen und wie machen sich die nichtlinearen Wechselwirkungen in unserer Welt bemerkbar? Dies behandle ich nachfolgend.

Wir leben in einer Welt, in der, wie wir nun wissen, das deterministische Chaos universell vorhanden ist, in der die

Unberechenbarkeit und der Zufall elementare Bedingungen sind. Diese Erkenntnis sollte uns trotz alledem - um mit Robert Jungk zu sprechen - optimistisch stimmen, denn die Zukunft ist nicht festgelegt und wir müssen uns nicht einem vorbestimmten „Schicksal“ beugen. Andererseits bedingt diese Erkenntnis, daß gerade deshalb die Zukunft nur geringfügig prognostizierbar ist, was aber eine vernunftgeleitete Planung nicht im geringsten ausschließen darf. Zukunftsplanungen und alle damit verbundenen Aktivitäten, ob im Privatleben, in Firmen und Konzernen, beim Personen- und Güterverkehr, im Städtebau, in der Rohstoffproduktion usw. müssen so angelegt sein, daß sie die Systeme, die mit ihnen in nichtlinearer Wechselwirkung stehen, bestmöglich berücksichtigen und dadurch nicht gefährden.

Kleinste Veränderungen in komplexen Systemen können große Wirkungen haben, weil sie sich durch Rückkopplungsmechanismen zu beherrschenden Faktoren aufschaukeln können. Man spricht dabei auch von positiver Rückkopplung, also von Vorgängen, die sich selbst verstärken. Das bedeutet, daß sich zum Beispiel das Sozialverhalten einer Gesellschaft erheblich verändern kann, wenn ein kleines Ereignis, das zunächst kaum oder gar nicht bemerkt wird, irgendwo ausgelöst wird. Das bedeutet ferner, daß bestimmte Situationen in der Gesellschaft durch gezielte Aktivitäten verändert werden, wobei jedoch keinesfalls sichergestellt ist, daß ein bestimmter Eingriff die gewünschte Wirkung erzielen wird, weil nichtlineare Rückkopplungen sich wiederum auf die Ursache auswirken können. Das Denken in einfachen Ursache-Wirkung-Beziehungen, also monokausales Denken, hat in nichtlinearen Sy-

stemen keinen Platz! Diese bilden nämlich Rückkopplungen, die oft auf die Ursache zurückwirken.

Faktisch ist, daß zahlreiche Ereignisse und Aktivitäten, die zu erheblichen Veränderungen in der Biosphäre oder in der Gesellschaft beitragen, nicht exakt analysiert werden können, weil die Zusammenhänge zwischen den Ursachen und ihren Folgen nicht mehr folgerichtig nachvollzogen werden können und viele Veränderungen durch nichtlineare Rückkopplungseffekte entstanden sind. Dieser Sachverhalt läßt sich auch so formulieren:

Stoße ich eine Problemlösung für eine Ursache an, so verändert diese vielleicht gut gemeinte Problemlösung in nichtlinearen, also rückgekoppelten Systemen, oft wieder die Problemlösung, so daß das Problem nur zum Teil oder gar nicht gelöst wird. Es kann sogar vorkommen, daß das Problem verstärkt wird. Es bilden sich also Rückkopplungen auf die Problemlösung und die gewünschte Wirkung wird verfehlt bzw. das zu lösende Problem wird noch größer, noch komplexer.

Dazu zunächst ein ganz einfaches Beispiel:

Mit der breitgestreuten Einführung von Personal Computern, sog. PCs, in den Büros wollte man das papierlose Büro schaffen. Nachweislich hat das sog. papierlose Büro, viele von Ihnen werden es wissen, zu einer Vervielfachung des Papierverbrauchs geführt.

Nun ein detaillierteres Beispiel: Politiker fordern und subventionieren bekanntlich, besonders in Zeiten wirtschaftlicher Stagnation, in denen die Arbeitslosenquoten steigen, Investitionen für die Industrie. Damit soll das Beschäftigungsniveau erhöht und die „Wirt-

schaft angekurbelt" werden. Zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit werden die Investitionen in der Industrie für *Rationalisierungsmaßnahmen* verwendet, was *nicht falsch ist*. Diese führen kurzzeitig auch zu einer höheren Beschäftigungsrate und stärken somit den Wirtschaftskreislauf. Nachdem aber die Investitionen realisiert wurden, wird die Arbeitskraft vieler Menschen etwa in der Automobil-, Elektro- und Stahlindustrie, in der Landwirtschaft, im Handel oder im Bankenbereich wieder „überflüssig“. Fazit: Die Investitionen haben kurzfristig die Beschäftigungsrate erhöht, aber langfristig das Arbeitslosenproblem verstärkt, weil durch die Rationalisierungsmaßnahmen nun noch mehr menschliche Arbeitskraft überflüssig wurde. Durch Rückkopplungsschleifen, die mal mehr, mal weniger Zeit durchlaufen, wirkt sich der hier skizzierte Sachverhalt auf viele weitere Bereiche aus. Aufgrund der Erhöhung der Arbeitslosenquote und der damit verbundenen Kaufkraftreduzierung durch Finanzeinbußen der leider zeitweilig und längerfristigen Arbeitslosen, wirkt sich die ehemalige Investition zur Rationalisierung auch auf den Einzelhandel aus, der vielleicht wiederum als Problemlösung Rationalisierungsmaßnahmen erwägt. Zudem verliert der Staat an Steuereinnahmen; die Kosten für das soziale Netz steigen, weil mehr Menschen Arbeitslosengeld beanspruchen, aber weniger Menschen in die Arbeitslosenversicherung einzahlen. Ebenfalls sind dadurch die Kranken- und Rentenversicherung betroffen, die weniger Einzahler haben. Kirchen verlieren Steuereinnahmen und müssen auf Personal verzichten. Von den großen seelischen Belastungen der Menschen und ihrer Familien, die durch

Rationalisierung in Form von Arbeitslosigkeit betroffen sind, ganz zu schweigen. Der Politiker kann, in diesem absichtlich einfach gehaltenen Beispiel, nicht *allein* mit Investitionsanreizen für die Wirtschaft das Problem hoher Arbeitslosigkeit lösen. Es müssen wesentlich mehr Maßnahmen ergriffen werden, um das bestehende Wirtschaftssystem von dem sehr großen Problem der Massenarbeitslosigkeit und seinen tiefgreifenden Folgen für die Menschen zu befreien.

Für Wissenschaft und Technik bedeutet die Erkenntnis der nichtlinearen Rückkopplungen, daß sie wesentlich mehr auf die Folgen ihrer in die Welt gesetzten Anwendungen achten müssen und im Zweifelsfall, also wenn ein zu hohes „Restrisiko“ vorhanden bleibt, auf die Anwendung einer wissenschaftlichen Innovation verzichten sollten. Aber selbst diese im Prinzip schon kaum realisierbare Prämisse würde uns *nicht immer* in unserer hochkomplexen Welt vor wissenschaftlich-technisch bedingten Katastrophen schützen. Aber wir können durch die Erkenntnis, daß unsere Welt von nichtlinearen Systemen umgeben ist, viele Risiken reduzieren und in vielen Fällen Initiativen ergreifen, damit Komplexität mit nachteiligen Folgen für die belebte und unbelebte Natur vermieden wird.

Grafik 1 (Capra) zeigen!

(Während Sie, liebes Publikum, die Grafik im Hintergrund studieren können werde ich die darin skizzierten Abhängigkeiten ein wenig erläutern!)

Zum Beispiel ist das Artensterben (unten halbrechts zu sehen!) der Flora und Fauna von folgenden *Randbedingungen* abhängig: Rodung von Wäldern, Übersäuerung von Gewässern, Treibhauseffekt, Kli-

maänderungen, Ausweitung der Ackerflächen usw. Ändern sich diese Randbedingungen (durch Zu- oder Abnahme bzw. positiver oder negativer Rückkopplung), so ändern sich die Anfangsbedingungen für das Artensterben und für eine nicht feststellbare Anzahl von Systemen in der Biosphäre. Eine Zunahme der Rodung von Wäldern würde z.B. das Artensterben erhöhen. Eine vermehrte Rodung der Wälder bedingt aber auch die Zunahme von CO₂ (Kohlendioxid). Kohlendioxid ist wiederum erheblich für den bereits eingesetzten anthropogenen - also menschengemachten - Treibhauseffekt verantwortlich, der den Anstieg des Meeresspiegels bewirkt. Dadurch gibt es Landverlust, der einen Rückgang der Nahrungsmittelproduktion sowie Not und Elend für viele Menschen bewirkt, was wiederum die sogenannten Wanderungsbewegungen von Menschen auslöst. Wanderungsbewegungen von Menschen aus armen in reiche Länder erzeugen in reichen Ländern soziale und politische Spannungen. Alles ist mit allem vernetzt, vieles davon ist erahnbar, aber durch die hohe Komplexität unserer Welt erkennen wir selten Ursachen und Wirkungen.

Abbildung 4 zeigen!

Abbildung 5 zeigen!

Tabelle 1 zeigen!

Wichtig ist die Feststellung, daß schon kleinere, oftmals sogar *kleinste Korrekturen* in unseren individuellen, politischen und wirtschaftlichen Wert- und Handlungsmustern ausreichen, um große Schäden zu verhindern oder um negative in positive Trends umzuformen.

*Nun eine Zusammenfassung wichtiger
Thesen aus der Chaostheorie*

1. These

Komplexe Systeme sind nur dann anpassungs- und entwicklungsfähig, wenn eine ausgewogene Balance zwischen Ordnung und Chaos vorhanden ist. Systeme mit einer Struktur, in denen größere Schwankungen nicht zugelassen werden, sind nicht überlebensfähig. Diese fundamentale Feststellung können wir der Natur entnehmen. Wir können die Lebens- und Anpassungsfähigkeit aller wissenschaftlich-technischen Systeme im allgemeinen und die der sozialen Systeme im besonderen optimieren, wenn wir dieses Wissen in unseren Wert- und Handlungsmustern aufnehmen und sie bestmöglich im Alltag anwenden.

2. These

In sozialen Systemen können durch sehr kleine Veränderungen und/oder Korrekturen neue Organisationen bzw. Strukturen entstehen und/oder die bestehenden an neue Situationen angepaßt werden. Ebenso wurde durch die Chaostheorie die Wichtigkeit des Individuums hervorgehoben, das viel mehr bewirken kann als gemeinhin angenommen wird. Um den Zukunftsherausforderungen angemessen begegnen zu können, ist es daher von großer Bedeutung, die individuelle Kreativität und Handlungsbereitschaft der Menschen verstärkt zu nutzen. Das Individuum muß mehr Möglichkeiten bekommen, sich in die Zukunftsgestaltung aktiv „einschalten“ zu können. Der Mensch muß sich vom „subalternen Empfänger“ „gemachter Zukünfte“ zum aktiven Zukunftsgestalter wandeln. Dabei muß seine individuelle Kreativität auf ökologisch ganzheitliche Wert- und Handlungsmuster ausgerichtet sein und seine Ethik durch lebensbejahende Wertorientierungen, wie

etwa die des Humanismus, geprägt sein. Dies ist eine große gesellschaftliche Aufgabe, die nicht auf einzelne Institutionen begrenzt werden kann.

3. These

Wir leben in einer Welt nichtlinearer Systeme. Sie stellen solche dar, in denen das Ganze mehr als die Summe seiner Teile ist. Konkret bedeutet diese Erkenntnis, daß die universelle Vernetztheit aller belebten und unbelebten Systeme uns Menschen dazu anhalten sollte, verstärkt in globalen „Kategorien“ zu denken und zu handeln, wobei wir uns *immer dann zurückhalten sollten, wenn wir die möglichen Folgen unseres Handelns nicht mehr überblicken können.* Weil dieses Denken und Handeln noch sehr wenig verbreitet ist, steuern wir in immer neue Krisen.

4. These

Die Chaostheorie hat festgestellt, daß für die meisten Systeme ein Wechsel zwischen Ordnung und Chaos charakteristisch ist und hat dafür den Begriff *deterministisches Chaos* geprägt. Dieses trifft auch für die sozialen Systeme menschlicher Gesellschaften zu. Für die Zukunftsgestaltung sozialer Systeme wäre es daher notwendig, größere Freiräume für unerwartete Entwicklungen zu berücksichtigen. Mit anderen Worten: Alle Planungs- und Gestaltungsprozesse, z.B. in der Wirtschaft, im Handel, im Städte- und Wohnungsbau, im Bildungswesen, in der Berufswelt, in den Familien usw. sollten so angelegt werden, daß sie chaotische Entwicklungen, die nicht prognostizierbar sind und stets überraschend auftreten, a priori einbeziehen.

5. These

Durch die Eingriffe des Menschen in die

natürlichen Regelkreise der Biosphäre und vielfältigen Planungs- und Gestaltungsprozesse in den sozialen Systemen ohne das Einplanen von Unbestimmtheiten, entstehen regelmäßig chaotische Entwicklungen, denen wir meistens ratlos, unbeholfen und oft durch blinden Aktionismus begegnen. Planungen sind erfolgreicher, wenn sie Unbestimmtheiten und unkontrollierbares Chaos einbeziehen und tolerieren. Das gilt auf allen Ebenen menschlichen Handelns.

Nun ein erstes Zwischenfazit, bezogen auf den gesamten Vortrag:

Meine Damen und Herren, die hier diskutierten und viele weitere Einsichten liegen heute vor. Entscheidungsträger in Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft *müssen sie kennen*. Jede Entscheidung, die von ihnen getroffen wird, sollte zumindest die nicht kalkulierbaren Risiken für Natur und Umwelt und für alle davon betroffenen Menschen bestmöglich einbeziehen. Sind zu große Restrisiken festzustellen, so sollten sie unterlassen werden! Die Politik müsste angesichts dieser Herausforderungen dafür *Rahmenbedingungen* und auch *gesetzliche Reglementierungen* schaffen, die nach Möglichkeit von allen Ländern der Erde eingehalten werden müssen. Dafür einige wenige Beispiele.

- Verbote und Ächtung zur Verklappung von Sondermüll in die Weltmeere und zur Einleitung von giftigen Abwässern in Flüsse.
- Verbote und Ächtung zur Gewinnung von Land für Rinderfarmen durch die Vernichtung tropischer Regenwälder.
- Ächtung der Produktionen von Automobi-

len, die mehr Kraftstoff verbrauchen als technisch machbar ist.

- Ächtung der Produktionen von Waren, die sich nicht mehr reparieren und recyceln lassen.
- Überprüfung aller Subventionen mit dem Ziel, diejenigen abzubauen, die zur Schädigung der Umwelt beitragen (z.B. Flugbenzin in Deutschland; z.T. in der Landwirtschaft; Tabakindustrie u.v.a.)
- Das Verursacherprinzip für den Umweltbereich überarbeiten und im Sinne der nachhaltigen Entwicklung bzw. der Beschlüsse der Rio-Konferenz von 1992 konsequenter verfolgen.
- Ächtung aller Produktionen, die mit Menschenrechtsverletzungen verbunden sind. Vorrangig alle militärischen Produktionen; Produktionen, die mit Kinderarbeit und Billiglohnstrukturen verbunden sind.
- Förderung von Produktionen und Konzepten, die in Einklang mit den Menschenrechten stehen und die die Entwicklung von Menschen fördern. Z.B. von Micro Credits für Frauen und ihren Familien, die z.B. Muhammad Yunus in Bangladesch sehr erfolgreich eingeführt hat. Beispiele dieser Art gibt es ungezählte. Im 2. Teil meines Buches werden davon viele detailliert aufgeführt und ca. 200 skizzenhaft umrissen.

III.

Nun führe ich „zehn individuell nutzbare Erkenntnisse aus der Chaostheorie“ auf. Die darin aufgeführten Wert- und Handlungsmuster unter Einbeziehung der Erkenntnisse der Chaostheorie sollten m.E. mehr von den Akteuren in Politik, Wirtschaft, Wissenschaft einbezogen werden.

Tabelle 2 einblenden:

<p>Weltbild ohne die Erkenntnisse der Chaostheorie - Sie führen auch zu ungezählten Menschenrechtsverletzungen -</p> <p>(Lokale Wert- und Handlungsorientierungen, die im Zeitalter des Industriegesellschafts-Paradigmas dominieren.)</p> <p>1. Lokales Handeln hat überwiegend lokale Folgen.</p> <p>2. Ich kann die Welt nicht ändern, weil mein Einfluß und Aktionsradius viel zu klein sind.</p> <p>3. Meine beruflichen und privaten Aktivitäten haben meistens nachvollziehbare Auswirkungen. Ich brauche mich deshalb um die Folgen meines Handelns nicht besonders zu kümmern.</p> <p>4. Ich möchte möglichst alles im voraus wissen und verlasse mich nur auf das, was ich nachvollziehen und prüfen kann.</p>	<p>Weltbild unter Einbeziehung der Erkenntnisse aus der Chaostheorie - Sie sollten als Menschenpflichten in einer immer komplexer werdenden Welt gesehen werden.</p> <p>(Ansätze globaler Wert- und Handlungsorientierungen für eine Welt mit nachhaltiger Entwicklung.)</p> <p>1. Lokales Handeln hat grundsätzlich globale Folgen.</p> <p>2. Ich kann schon mit kleinen Korrekturen durch mein Denken und Handeln dazu beitragen, daß die bestehenden Zukunftskrisen entschärft und zum Teil sogar gelöst werden.</p> <p>3. Meine beruflichen und privaten Aktivitäten haben nur sehr begrenzt nachvollziehbare Auswirkungen. Ich muß mir mehr Gedanken über die Folgen meines Handelns machen.</p> <p>4. Ich lebe mit Unbestimmtheiten. Ich erkenne an, daß ich mich auf sprunghaften Wandel, der überall möglich ist, einstellen sollte.</p>
--	--

<p>5. Ich bin abgekoppelt von der Umwelt.</p>	<p>5. Ich bin Teil der Biosphäre. Ich muß mein Handeln so anlegen, daß ich sie nicht gefährde und zerstöre.</p>
<p>6. In meinen Planungen und darauf abzielenden Aktivitäten verlasse ich mich auf meine Berechnungen.</p>	<p>6. In meinen Planungen und darauf abzielenden Aktivitäten baue ich Freiräume für unerwartete Entwicklungen ein. Sollten diese eintreten, so kann ich dann gelassener das Problem lösen.</p>
<p>7. Ich möchte nicht alle Zusammenhänge eines Problems verstehen (Symptomlösung).</p>	<p>7. Ich bin daran interessiert, möglichst viele Zusammenhänge eines Problems zu verstehen (Ursachenlösung).</p>
<p>8. Ich strebe nach Stabilität, Ordnung und Sicherheit.</p>	<p>8. Ich lebe in ständigem Wandel. Ordnung und Sicherheit verbinde ich mit Risikofreudigkeit, in der auch ein Wechsel zur Unordnung und Unsicherheit toleriert wird.</p>
<p>9. Ich benötige eine hohe physische Mobilität insbesondere durch Automobile, Flugreisen und sehe keinen Grund zur Selbstbeschränkung.</p>	<p>9. Ich schränke, wo immer es möglich ist, meine Mobilität durch Automobile und Flugreisen ein, strebe nach qualitativem Wachstum, Muße und begrenze meine materiellen und erhöhe meine ideellen Ansprüche.</p>

<p>10. Mich interessieren nur die Menschen meiner unmittelbaren Umgebung. Menschliche Beziehungen, soziale Kontakte, dienen überwiegend dem Zweck, meine materiellen (Beruf) sowie sozialen (Familie, Freunde, Bekannte) Bedürfnisse sicherzustellen. Ich pflege menschliche Beziehungen nur mit wenigen Personen.</p>	<p>10. <i>Mich interessieren Menschen generell. Ich versuche, wo immer nur möglich, intakte Beziehungen zu Menschen aufzubauen. Ich trenne Menschen nach keinerlei Kategorien.</i></p>
--	--

***Nun eine persönliche
Schlußbemerkung zur Bedeutung
der Stellung des einzelnen in der Welt***

Die Chaostheorie hat die Bedeutung der Stellung des einzelnen in der Welt nicht nur einmal mehr betont, sondern sie vielfältig untermauert und aufgewertet. Sie verneint energisch die These vieler Menschen, daß jeder Mensch ersetzbar sei und bekräftigt, daß *niemand* zu ersetzen ist. Der Mensch, so scheint es, wird in den modernen Industriegesellschaften immer mehr zum Konsumenten, zur Nummer, zum Teil einer „Menschenmasse“ degradiert. In Wirklichkeit ist aber der einzelne Mensch einmalig und *nicht* ersetzbar. Individuelles Handeln, so argumentieren fälschlicherweise viele Menschen, trüge ja doch nicht dazu bei, dieses oder jenes zum Besseren zu führen. In Wirklichkeit ist individuelles Handeln, so klein es sich auch auszunehmen vermag, die Basis für viele Entwicklungstrends, im guten wie im bösen. Dabei darf nicht vergessen werden, daß auch kleinste Änderungen, also die Änderungen individueller Wert- und Handlungsmuster, große Wirkungen haben können. Sie sind oftmals erst nach Jahren

oder Jahrzehnten feststellbar, weil zunächst in der Gesellschaft viele Rückkopplungsschleifen gebildet werden müssen, damit diese später für viele Menschen wirken. Diese These läßt sich durch die Lebenswerke ungezählter einzelner Menschen aus allen Epochen beweisen, die ich hier nicht auführen muß. Es waren Lebenswerke, die von Wertorientierungen geprägt wurden, die sich oft zunächst gegen den Zeitgeist stellten und die immer Gegner hatten. Sie wurden vorangetrieben durch den tiefen Glauben an Gerechtigkeit, Humanität, Demokratie, Wahrheit, Freiheit und vielen weiteren großen Fortschrittsideen der Menschheit.

In diesem Kontext wird die absolute *Einmaligkeit und nicht zu unterschätzende Größenordnung* des Wertens und Handelns jedes einzelnen Menschen deutlich. Jede und jeder kann dazu beitragen, daß die Krisen dieser Welt und das damit verbundene menschliche Elend, die Not, der Hunger, die Armut sowie die Zerstörung der ökologischen Lebensgrundlagen reduziert werden. *Dies ist die vielleicht wichtigste Botschaft meiner These vom Chaos-Schock!*