

Dr. Peter Bützer
Rebhaldenstrasse 2
9450 **Altstätten**

14. Februar 2006

Der Mensch nimmt zum Gesetz die Erde;
die Erde nimmt zum Gesetz den Himmel;
der Himmel nimmt zum Gesetz den Weg;
der Weg nimmt zum Gesetz das eigene Weben.
(Lao-tse, Tao-Te-King, Kapitel 25)



Vernetztes Denken - ein altes Ausbildungsprinzip ??

Ein Beispiel aus der Natur [1] soll deutlich machen, was unter dem Begriff Vernetzung verstanden werden soll. Treiberameisen, englisch "Army Ants", sind als Einzeltiere nicht lebensfähig. Sie marschieren bis zum Erschöpfungstod im Kreis herum. Als Kollektiv von einigen hunderttausend Individuen, bilden sie jedoch äusserst effiziente, flexible Teams um das Überleben durch Nahrungsbereitstellung und Brutpflege zu sichern. Erst die Kopplung der Gehirne der einzelnen Ameisen zu einem Grossverband, führt zu einem Verhalten, das als intelligent umschrieben werden kann. Ein einigermaßen korrektes Bild von diesen Tieren kann man sich nur machen, wenn man die Einzeltiere, *die Strukturen* (Königin, Arbeiterinnen, Soldaten) *und die Kopplungen*, Vernetzungen (chemische Informationsübertragung), erfasst und zusammenführt.

Nachdem vernetztes Denken in den Schlagzeilen der Bildung und Ausbildung ein Dauerthema ist, muss man sich die Frage stellen, wie das *Ziel dieser Denkstrategie* erfüllt werden könnte, *mit komplexen Situationen realitätsnah umzugehen*. Sind die Begriffe, vernetzt und ganzheitlich nicht aus ihrer Entwicklung heraus verstanden, dann liegt der Schluss nahe, dass praktisch alle Bildung oder Ausbildung die Anforderungen erfüllt, wird doch jeder Inhalt als Ganzes und mit vielen Querbeziehungen vernetzt behandelt. Und da verschiedene Aspekte bei jedem Thema angesprochen werden, hat das Ganze auch fast immer eine beachtliche Komplexität, es ist damit auch anscheinend ganzheitlich. Damit wäre vernetztes und ganzheitliches Denken nur ein Schlagwort, das immer erfüllt war, ohne dass es explizite erwähnt werden musste. Ansätze zu umfassender Betrachtung sind auch nicht ganz neu, sie sind z.B. schon in den 50iger Jahren ausführlich bei Teilard de Jardin zu finden [2]. Die oberflächliche Lektüre der Bücher von Frederic Vester [3,4,5] konnte in dieser Meinung bestärken. Ebenso konnten

¹ NZZ, Nr. 254, S.65, 1. November (1989)

² de Jardin T., Der Mensch im Kosmos, C.H.Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München (1959) S.28ff

³ Vester F., Unsere Welt ein vernetztes System, Deutscher Taschenbuch Verlag, München (1983)

Bestseller wie das Buch "Wendezeit" von Fritjof Capra [6] zum Teil den Eindruck hinterlassen, es gehe nur darum, die Erkenntnisse breiter als bisher darzustellen, um dem Anspruch nach Vernetzung [7] und ganzheitlichem Denken nachzukommen. Das kann nur ein Fehlschluss sein. Der Paradigmawechsel, der sich bei den Denkmethode anbahnen scheint, hat tiefere Wurzeln. Die acht biokybernetischen Regeln von Frederic Vester [8], die "Sieben Denkfehler des Problemlösens in komplexen Situationen" von Peter Gomez und Gilbert Probst [9], und die Arbeit von Hans Ulrich und Gilbert Probst [10] deuten dies in ihren Bereichen an. Wie aber sollte man prinzipiell vorgehen? Joseph M. Bochenski [11] hat darauf hingewiesen, dass es verschiedene Arten Denken gibt; die Frage ist offen, wie sich die Art des vernetzten Denkens umschreiben liesse. Sicher muss es die Anforderungen erfüllen, die Joseph Bochenski an wissenschaftliches Denken gestellt hat: **"Das wissenschaftliche Denken ist aber nicht irgend ein Denken. Es ist ein *ernstes* Denken. Dadurch meinen wir erstens, dass es *diszipliniert* ist, dass ein ernst denkender Mensch seinen Begriffen und Vorstellungen nicht die Freiheit lässt, ihm vorzuschweben, sondern streng zu seinem Ziele führt. Und zweitens meinen wir, dass das Ziel hier ein *Wissen* ist."**

Bei komplexen Systemen stösst man mit den heute üblichen Denkmustern bei Umschreibungen rasch an Grenzen. **Das *Reziprozitätsgesetz* des Begründers der Fuzzy- Logik , Lofti Zadeh, sagt, dass mit zunehmender Komplexität aller Art von Systemen, eine abnehmende sprachliche Schärfe in der Beschreibung dieser Systeme einhergehe [12].** Dies drückt gewissermassen unsere beschränkte Fähigkeit aus, schwierige Sachverhalte einfach darzustellen. Könnte man dieses Reziprozitätsgesetz als Analogie zum Unschärfeprinzip von Heisenberg in der Quantenphysik auffassen? Das spannende ist, dass Ungenauigkeit mit Kreativität in Verbindung gebracht werden kann, weil das Neue meist nicht als lineare Extrapolation aus Bekanntem hervorgeht [13].

⁴ Vester F, Leitmotiv vernetztes Denken, Wilhelm Heyne Verlag, München (1988)

⁵ Vester F., Neuland des Denkens, Buchclub Ex Libris, Zürich (1982)

⁶ Capra F., Wendezeit, Buchclub Ex Libris, Zürich (1984)

⁷ Vernetzung wurde in diesem Zusammenhang vom chemischen Prozess bei Polymeren abgeleitet, und meint die systematischen, allseitigen und häufigen Querverbindungen von Hauptketten.

⁸ Vester F, Leitmotiv vernetztes Denken, Wilhelm Heyne Verlag, München (1988), S.20

⁹ Gomez P., Probst G.J.B., Vernetztes Denken im Management, Schweizerische Volksbank, Nr.89, Bern (1987)

¹⁰ Ulrich H., Probst G.J.B., Anleitung zum ganzheitlichen Denken und Handeln, Verlag Paul Haupt, Bern und Stuttgart (1990)

¹¹ Bochenski J.M., Wege zum philosophischen Denken, Verlag Herder KG, Freiburg im Breisgau (1959), S.58

¹² Ebert Ch., Scharfe Regler mit unscharfer Logik, Technische Rundschau, Heft 24 (1992) 60

¹³ Zimmerli W.Ch., Ein Lob der Ungenauigkeit, Technische Rundschau, Heft 38 (1992) S.36

These 0:

Unsere Erkenntnisse sind von so vielen Denkern und Forschern durch beobachten, versuchen, überlegen, kombinieren und korrigieren aufgebaut worden, dass eine angemessene Bescheidenheit verlangt, dieses Wissen auch aufzunehmen und auf ihm weiterzubauen. Vernetztes Denken kann eine Methode sein, Wissen besser zu integrieren und die Zusammenhänge weiter zu erfassen.

Unter vernetztem Denken soll hier eine *methodische, funktionale Integration* der Teile verstanden werden, ein polykausales aber realitätsnahes Denken in Verbindung mit der Erfahrung. Es besteht eine *Notwendigkeit* vernetztes Denken anzuwenden. Nur so kann die reale Welt besser verstanden werden, ein Anliegen, das schon von Heinrich Pestalozzi vertreten wurde: **"Nach meiner Erfahrung hängt alles davon ab, dass sich jeder Lehrsatz den Kindern durch das Bewusstsein der Übereinstimmung mit ihrer realen Erfahrung als wahr erweise."** Bei den Grundlagen und Begriffen, an der eigentlichen Basis, ist ein sehr grosser Mangel vorhanden, weshalb Fehlbeurteilungen über Arbeiten in vernetzten Systemen [14] so weit verbreitet sind.

These 1:

Die Meinung ist weit verbreitet, die Ansprüche von vernetztem und ganzheitlichem Denken seien oft erfüllt, weil die Bedeutung dieser Begriffe meist auf die eigenen Inhalte und deren Gliederung zugeschnitten wird. Wer gibt schon zu, den Überblick über sein eigenes Gebiet nicht zu besitzen?

George Miller [15] hat zeigen können, dass *die Gedächtnisspanne eines Menschen irgendwo zwischen fünf und neun verschiedenen Elementen liegt*, die unterscheidbar, erinnerbar und auf längere Zeit vorrätig sind. Mit EKG-Untersuchungen wurden diese Erkenntnisse bestätigt [16]. Diese Zahl, "sieben plus minus zwei" zeigt eine zentrale Begrenzung unseres Gedächtnisses auf, sie fordert geradezu, dass für Überblicke über grössere Bereiche Instrumente und Methoden bereitzustellen sind.

Eigentliche Methoden [17] über vernetztes Denken für die allgemeine Aus- und Weiterbildung sind nicht als abgeschlossenes Ganzes, sondern nur bruchstückhaft bekannt, sie sind jedoch nie als einfache, brauchbare Werkzeuge der Didaktik oder Methodik bereitgestellt worden. Nicht nur in den Naturwissenschaften haben Modelle und Simulationen eine wichtige Aufgabe übernommen, Zusammenhänge aufzuzeigen [18]. Sie beschränken sich jedoch fast immer auf quantitativ, numerisch erfassbare Bereiche. Die Folge ist, dass auch im naturwissenschaftlichen Unterricht noch mehr strukturelles und

¹⁴ System: Aufbau, Gefüge, gegliedertes Ganzes; aus griech.: systema "Zusammenstellung, Gebilde, Gesamtheit"

¹⁵ Miller G.A., The Magical Number Seven Plus or Minus Two: The Limits in our Capacity for Processing Information, Psychological Review, 63 (1956)

¹⁶ Vogel E.K., McCollough A.W., Machizawa M.G., Neural measures reveal individual differences in controlling access to working memory, Nature, 438: 500-503 (2005)

¹⁷ Methode: Art und Weise, wie etwas getan wird, Verfahren; aus griech. methodos "Weg, etwas zu erreichen, Art der Untersuchung", aus meta "nach..hin" und hodos "Weg".

¹⁸ Weiss H., Mit dem Computer simulieren, Technische Rundschau, Heft 21 (1990) 94

funktionales Denken gefordert wird [19], obwohl das Modelldenken [20,21], an sich ein wichtiger Teil des vernetzten Denkens, im Ansatz schon vorhanden wäre. Im Gegensatz zum mechanistischen Denken kann man die moderne Quantenphysik mit dem Wort organisch charakterisieren [22]. *Es ist heute allgemein methodisch- didaktisch noch nicht möglich, ganze Themenbereiche, und nicht nur einzelne Beispiele, vernetzt zu behandeln.* Dazu genügt auch nicht, die hirnephysiologischen Erkenntnisse der letzten Jahre zu kennen, die ganz deutlich auf unterschiedliche Wahrnehmungsbereiche hinweisen (siehe zum Beispiel [23, 24]), und erst im Zusammenspiel zu grossen Leistungen führen.

Linke Hemisphäre	Rechte Hemisphäre
Verarbeitet Informationen Nacheinander	Verarbeitet Informationen Gleichzeitig
Arbeitet sequentiell oder strukturell	Arbeitet simultan oder in Bereichen
Geht linear vor	Erfasst ein komplexes Bild
Registriert Einzelheiten z.B. ein Muttermal	Erfasst das Ganze: z.B. ein Gesicht
Arbeitet analytisch	Arbeitet synthetisch
Reduziert	Integriert
Wichtig: Unterscheidungen	Wichtig: Verbindungen
Begriffliches Denken	Bildliches Denken
Ist logisch: sieht Ursache und Wirkung	Ist assoziativ: sieht Entsprechungen und Ähnlichkeiten

Bei komplexen Situationen tragen beide Teile des Gehirns simultan zur Entscheidungsfindung bei. Das Detail und viele Fakten (linke Gehirnseite) sind dabei ebenso wichtig wie ein umfassender, aber diffuser Überblick (rechte Gehirnseite). Das grobe Bild, wo sich ein Abgrund befindet kann für einen Wanderer wichtiger sein, als die genaue Struktur der Felswände. Für einen Kletterer in dieser Wand wird sich die Bedeutung ändern. Unsere Kultur bildet vor allem die linke Gehirnseite aus, welche unsere rechte Körperseite steuert. Das juristische Recht, und der Begriff richtig bezieht sich also nicht zufällig auf diese Seite, und linkisch macht einen weiteren Hinweis auf unsere Bewertung. Vernetzung verlangt die Verbindung von Einzelteilen zu einem Ganzen, darauf hat schon der französische Mathematiker Henri Poincaré gegen Ende

¹⁹ Steinlin U.W., Thesen zum Gymnasialunterricht in Naturwissenschaften, Gymnasium Helveticum, 6, 293 (1988)

²⁰ Wenk K., Trommer G., Unterrichten mit Modellen, Leitthemen 2/78, Georg Westermann Verlag, Braunschweig (1979)

²¹ Schaefer G., Trommer G., Wenk K., Wachsende Systeme, Leitthemen 1/76, Georg Westermann Verlag, Braunschweig (1976)

²² Capra F., Wendezeit, Buchclub Ex Libris, Zürich (1984) 80

²³ Peier O.J., Denken wir noch, oder brauchen wir nur eine Gehirnhälfte ? oder Eine neue Arbeitstechnik: Cabaret in der Weiterbildung/Weiterbildung im Cabaret, Gymnasium Helveticum, Nr.1 (1990) S.15

²⁴ Mintzberg H., Planning on the left and managing on the right, Harvard Business Review, p.49, July/August (1976)

des vorigen Jahrhunderts hingewiesen. Gerade das Gehirn selbst ist ein einzigartiges Beispiel dafür, das vor allem eine immense Vernetzung von 10^{14} einfachsten Dioden, wie dies die Synapsen darstellen, zu ungeahnten Leistungen in den verschiedensten Bereichen fähig ist. Eine Anlaogie zum Kleinsten, bahnt sich heute im Grossen unter Begriffen wie "Die Zivilisation und ihre Netzwerke" [25] bei Energie, Wasser und Telekommunikation an. **Vernetzungen bringen als funktionierende Regelkreise Stabilität. Ab einem bestimmten Vernetzungsgrad nimmt die Stabilität wieder ab, es sei denn es bilden sich wie in unserem Gehirn Unterstrukturen (Untersysteme).** Dann bleibt das System auch bei hoher Vernetzung lebensfähig. Die Grenzen auszuloten und optimale Strukturen zu erkennen wäre wohl für alle Bereiche eine faszinierende Aufgabe.

Die zentrale Schwierigkeit bei vernetzten Systemen ist der Zwang, jede Situation beim Sprechen oder Schreiben linear, ein Wort nach dem anderen, darstellen zu müssen. Wenige Werkzeuge sind bereitgestellt, diese Einschränkungen wirkungsvoll zu überwinden, Ansätze sind aber vorhanden [26]. Bilder, Ablauf- oder Flussdiagramme, Zusammenfassungen oder die Diskussion von Zusammenhängen, exemplarische Systematisierung und Strukturierung bringen oft viel Übersicht, können weitere Ansprüche unserer Denkprozesse, vor allem funktionale, allein nicht erfüllen. [27]. Polya hat für die Mathematik mit seinem Buch "Schule des Denkens" [28] Wege und Verfahren aufgezeigt, die beispielhaft auch auf andere Fachgebiete und interdisziplinäre Bereiche übertragen werden könnten.

These 2:

Zusammenhängende Themen, strukturell (räumlich) und/oder sequentiell (zeitlich) gegliedert in Kapitel, erfüllen die Anforderungen des vernetzten oder ganzheitlichen Denkens nicht einmal ansatzweise, sie sind dazu wohl eine notwendige Voraussetzung. Ein weiterer ebenso wichtiger Bestandteil ist das methodische Vorgehen als Ausbildungsprinzip.

Es ist sicher wert, sich die Frage zu stellen, wie sich die heute wichtigen Begriffe gebildet haben, und welches die Inhalte und Methoden sind, die damit verbunden werden müssen.

Holistische Lehren [29] sind nicht neu, sie haben sich aber mit wissenschaftlichen Methoden nie durchsetzen können, da sie die beobachtbare und messbare Fakten bei den Details oft nicht berücksichtigt haben. Umfassende Betrachtungsweisen sind von jedermann eingestanden wichtig, aber sie sind aller Kritik, vor allem auch im Detail ganz offen. So hat Erwin Schrödinger gemeint [30]: **"Wenn wir unser wahres Ziel nicht**

²⁵ Kowalski E., Die Zivilisation und ihre Netzwerke, NZZ, Nr.222, S.81, 25. Sept. (1989)

²⁶ Buzan T., Kopf Training, Goldmann Verlag, München S.82 (1984)

²⁷ Daenzer W.F., Systems Engineering, Verlag Industrielle Organisation, Zürich (1976)

²⁸ Polya G., Schule des Denkens, Francke Verlag Bern und München (1949)

²⁹ Holismus eine biologisch- philosophische Ganzheitslehre; aus griech. holos: "ganz, vollständig; Ganzes, Gesamtheit"

³⁰ Schrödinger E., Zur Verteidigung einer universalen Betrachtungsweise, in "Lust am Forschen", Stadler K. (Hrsg.), Piper, München (1989) 17

für immer aufgeben wollen, dann dürfte es nur einen Ausweg aus dem Dilemma geben: dass einige von uns sich an die Zusammenschau von Tatsachen und Theorien wagen, auch wenn ihr Wissen teilweise aus zweiter Hand stammt und unvollständig ist - und sie Gefahr laufen, sich lächerlich zu machen."

Solange holistische Ideen als Ersatz für die erfolgreichen reduktionistischen und analytischen Methoden der klassischen Wissenschaften gesehen wurden, konnten sie nicht einmal in Ansätzen Fuss fassen. Erst einige neuere, nachvollziehbare Erkenntnisse über Regelmechanismen dynamischer Systeme haben vielleicht zu einem kleinen Durchbruch geführt. Damit wurden einige synthetische und integrierende, ergänzend zu analytischen und differenzierenden Methoden eingebunden. Norbert Wiener, der Vater der Kybernetik [31], hat in seinem Buch "Cybernetics" [32] im Vorwort geschrieben: **"Als ich das erste Mal an meinen "Cybernetics" arbeitete, bestanden die Hauptschwierigkeiten, mit denen ich fertig werden musste darin, dass die Begriffe der statistischen Informationstheorie und der Regelungstheorie für die eingefahrenen Denkgewohnheiten neu und möglicherweise sogar schockierend waren. Heute sind sie als Rüstzeug der Fernmelde- und Entwicklungsingenieure automatischer Regelungen so selbstverständlich, dass die Hauptgefahr mir darin zu liegen scheint, dass das Buch trivial wirken könnte."** Wer das Buch von Wiener kennt, stellt sofort fest, dass diese Befürchtungen nicht begründet sind. Andererseits hat aber der Fortschritt bei den Informationstechnologien, ganz entscheidend vorwärtsgetrieben durch diese wissenschaftlichen Methoden der Regelungen, ein atemberaubendes Tempo angenommen. Es wäre für alle Wissensgebiete von Nutzen, die einfachsten Voraussetzungen zu kennen, wann beispielsweise selbstbeschleunigte Abläufe [33], wann periodische Vorgänge und wann Prozesse auftreten, die auf einen stabilen Gleichgewichtszustand zustreben. Die nichttechnischen Wissenschaften, auch Bereiche in den Naturwissenschaften, haben noch kaum Notiz von den neuen *methodischen* Ansätzen genommen. Dies ist sehr schade, denn die Kybernetik hat die Basis dazu geschaffen, für grosse Bereiche *gekoppelte Funktionen, respektive Abhängigkeiten, mit ihren Voraussetzungen und Eigenheiten zu verstehen*. Die Konzentration auf Details, wie sie auch in Geschichtsbüchern oder in der Literatur üblich ist, muss zu Eindrücken führen, die sich aus interessanten, aber exklusiven Bauteilen zusammensetzen, und daher Zerrbilder liefern. Gerade die Informationstechnologie hat uns mit praktischen Anwendungen drastisch vor Augen geführt, dass optimierte Insellösungen nach dem Vernetzen keineswegs zu optimalen Netzwerken führen [34]; viele konkrete Folgerungen hat man hier auf der Basis von Konzepten gezogen, in die Praxis umgesetzt und im Betrieb überprüft. Wissensbasierte Systeme, "künstliche Intelligenz" [35] und die Entwicklung immer anwender-

³¹ Wissenschaftszweig, der die Gesetzmässigkeiten von Steuerungsvorgängen erforscht und anwendet.
Griech.: kybernetike "Steuermannskunst"

³² Wiener N., Kybernetik, Rohwolt Verlag (1968)

Wiener N., Mensch und Menschmaschine, Alfred Metzner Verlag, Frankfurt am Main/Berlin (1952)

³³ Bützer P. Coray R., Eine thermische Runaway-Reaktion, Praxis der Naturwissenschaften, 8/40 (1991)

38

³⁴ Brunstein K., Die Risiken vernetzter und verteilter Systeme, LOG IN 9, Heft 5, S.15 (1989)

³⁵ Barth A.F., Denkende Maschinen und ihre künstliche Intelligenz, NZZ, Nr.205, 5.September (1990)

freundlicherer und ergonomischer Software bauen auf Methoden und Strukturen auf, die von den Kunden mit dem entsprechenden Erfolg honoriert werden [36].

These 3:

Die Informationstechnologien haben nicht zuletzt auch deshalb einen so unglaublich raschen Fortschritt erzielt, weil sie nebst der Technologie auch die Methoden und die Systematik aufgebaut haben, die Details stufengerecht in ein grosses System zu integrieren, zu vernetzen.

In derselben Epoche wie Wiener hat der wohl berühmteste Astronom der vergangenen Jahrzehnte, Fritz Zwicky, die *angewandten morphologischen Ansätze von Johann Wolfgang Goethe von 1790* [37] wieder aufgegriffen, und als einfache, aber raffinierte Methode dargestellt. Die grosse Chance der Morphologie liegt, nebst einer übersichtlichen Systematik, sicher auch in einer umfassenden Erfassung von Situationen, und damit in der *Chance neue, bisher unbeachtete Bereiche zu entdecken*. Dies kann auch mit dem Begriff *Kreativität* umschrieben werden; ein wichtiges Ziel der Bildung und Ausbildung [38, 39, 40]. Die Nützlichkeit der grundlegend neuen, wissenschaftlichen Methode hat er sowohl praktisch, wie auch wissenschaftlich unter Beweis gestellt, unter anderem mit der Entdeckung von 123 Supernovae, neuen Teleskopen, revolutionären Raketenantrieben oder unzeitgemäss frühen, ökologischen Aussagen, Jahrzehnte vor dem Bericht "Grenzen des Wachstums" des Club of Rome. Er hat die morphologische Methode in seinem Tagebuch wie folgt dem traditionellen Denken gegenübergestellt [41]: **"Gewöhnliches Denken ist linear, kausal ausgerichtet. Ebenso Handeln. Morphologisches Denken aber bezieht alle lateralen Verbindungen mit ein. Jede Handlung ist nicht nur in der Zeit ausgerichtet, sondern überdenkt auch die lateralen Wirkungen einer Handlung."** Die Aussagen des wichtigsten Buchs von Fritz Zwicky: "Entdecken, Erfinden, Forschen im morphologischen Weltbild" [42], sind nur wenig verbreitet, obwohl sie die Nützlichkeit für kreatives und innovatives Denken mit einer Methodik auch praktisch unter Beweis gestellt haben - sie wurden zu einer Zeit veröffentlicht, als das mechanistische Denken mit dem grossen Wirtschaftswachstum seine Triumphe feierte. *Die morphologischen Verfahren haben ihre Stärke speziell beim Aufbau von Strukturen.* Zur Durchführung umfassender Untersuchungen empfahl Fritz Zwicky die Morphologie, um, wie er sagte, "die Totalität von verschiedenen Klassen von Erscheinungen derart zu fassen, dass unter den Lösungsmöglichkeiten bestimmter, vorgegebener Probleme *nichts Wichtiges* vergessen wird." Schon der provokative Titel des Buches von Fritz Zwicky: "Jeder ein Genie" [43] sollte Ausbilder aufmerksam machen. Einige Hinweise, wie diese Genies geweckt

³⁶ Spur G., Kreativität als Chance und Herausforderung, Technische Rundschau, Heft 12 (1990) 22

³⁷ Müller R., 200 Jahre Morphologie, Schweizer Monatshefte, 822, Oktober (1990)

³⁸ Stedtnitz U., Erziehung zu mehr Kreativität, NZZ, Nr.278, S.65, 29. November (1989)

³⁹ Spur G., Kreativität als Chance und Herausforderung, Technische Rundschau, Heft 12 (1990) 22

⁴⁰ Zbinden R., Zugänge zur eigenen Kreativität, Technische Rundschau, Heft 40 (1990) 122

⁴¹ Müller R., Fritz Zwicky, Verlag Baeschlin, Glarus (1986), 560

⁴² Zwicky F., Entdecken, Erfinden, Forschen im morphologischen Weltbild, Droemersch Verlagsanstalt, Th. Knaur Nachf., München/Zürich (1966)

⁴³ Zwicky F., Jeder ein Genie, Herbert Lang, Peter Lang Frankfurt/M (1971)

werden könnten, sind auch in diesem Buch als morphologische Methode erwähnt. Weshalb hat sich denn diese hervorragende Methode des hochbegabten Fritz Zwicky wissenschaftlich nicht durchgesetzt? Bruno Staneck hat über diesen Mann gesagt [44]: **"Er konnte zwar durch die Beschäftigung mit verschiedensten Wissensgebieten eine einzigartige Breite erreichen und wie kein anderer Querverbindungen sehen, doch ist dies sicher der falsche Weg um in der Welt der Wissenschaft zu Ehren zu gelangen: Dort wird die Länge der Krallen und nicht die Breite der Pfoten gemessen."** Diese Einstellung hat sicher auch ihre Berechtigung, wird doch der Fortschritt in allen Bereichen meist mit einer ganz schmalen Spitze vorangetrieben. Die morphologische Methode hat im Zusammenhang mit umfassenden Problemen an Bedeutung wieder zugenommen. Systemische Ansprüche, im Sinne nichts Wichtiges zu vergessen, muss auch eine umfassende Sicherheitspolitik genügen, und es wurden und werden Versuche gemacht, die Morphologie hier in grosser Breite einzusetzen [45]. Die integrale Betrachtungsweise von 1987 ist zur Grundlage der Sicherheitspolitik, nach dem Umbruch in Europa 1989, geworden. Aller Erfolge zum Trotz, hat die Morphologie ihre Grenzen bei dem, was der englische Novelist Hugh Walpole 1754 unter dem Begriff Serendipity [46] treffend zusammengefasst hat. Serendipity heisst etwas finden, wonach man *nicht* gesucht hat, also eine Zufallsentdeckung. Morphologie hat beim Aufbau der Systeme, aber auch bei deren Interpretation eine starke Verbindung zu Kreativität, auch zur intuitiven, irrationalen Ganzheitlichkeit.

"Ein Dom ist etwas ganz anderes als eine Summe von Steinen. Er ist Rechen- und Baukunst. Nicht die Steine bestimmen ihn, er bereichert die Steine durch seine Sinnggebung." (Antoine de Saint Exupéry, Flug nach Arras).

Vernetzt und ganzheitlich dürfen nicht synonym verwendet werden, sie unterscheiden sich ganz grundsätzlich. Es gibt, wie z.B. in der Elektronik und der Logistik Gebiete, die das vernetzte Denken in die Praxis umgesetzt haben. Es gibt meines Wissens kein grosses Fachgebiet, nicht einmal die Quantenphysik, die den Anspruch erheben kann, eine ganzheitliche Theorie zu besitzen, bei welcher nicht mehr zwischen Teilen und dem Ganzen unterschieden wird. Ganzheitlichkeit auf die Physik zu beschränken ist ein Widerspruch in sich, denn ein Teilgebiet unseres Weltbildes kann niemals ganzheitlich sein [47]. "Ein ganzheitlicher Komplex aber ist niemals ein zusammengesetztes Ding und es hat infolgedessen niemals Teile oder Elemente" [48]. In der Teilchenphysik- schon dieser Name ist eigentlich falsch- sind heute umfassende, nicht nur vernetzte Theorien aufgestellt worden, welche tiefgreifende Auswirkungen nicht nur auf die Natur-

⁴⁴ Müller R., Fritz Zwicky, Verlag Baeschlin, Glarus 1986

⁴⁵ Aebi F.M., Morphologie der Unsicherheit, Technische Rundschau Heft 42 (1987)

⁴⁶ Serendipity: Persisches Märchen: "The Tree Prices of Serendip" interpretiert von Hugh Warpole: "These tree prices on their travel through Serendip (heute Sri Lanka) were always making discoveries, by accidents and sagacity, of things they were not in quest of.. you must observe that *no* discovery of a thing you are looking for comes under this description."

⁴⁷ Grimmer C., persönliche Mitteilung

⁴⁸ Primas H., Umdenken in der Naturwissenschaft, Gaia, 1 (1992) 5

wissenschaften haben könnten, der sogenannte "bootstrap-Ansatz" [49]. Nach dieser "Philosophie" lässt sich die Natur nicht auf fundamentale Einheiten reduzieren, etwa auf fundamentale Elementarteilchen, sondern muss ganz und gar durch die Übereinstimmung des Ganzen verstanden werden. Der bootstrap-Ansatz im Rahmen der S-Matrix Theorie gibt nicht nur die fundamentalen Teilchen auf, sie akzeptiert überhaupt keine fundamentalen Einheiten irgendwelcher Art, keine fundamentalen Konstanten, Gesetze oder Gleichungen, was ihn "zu einem der tiefstinnigsten Gedankensysteme des Abendlandes macht und ihn auf eine Ebene mit der buddhistischen oder taoistischen Philosophie hebt." Das Universum wird als ein dynamisches Netz von Teilen betrachtet; kein noch so interessantes Detail ist fundamental. Es ist deshalb ganz entscheidend, klar und scharf zwischen vernetzt und ganzheitlich zu trennen. Vernetztes Denken geht noch immer von an sich existierenden Teilchen und deren komplexen Wechselwirkungen aus. Ganzheitliches Denken ist eine Philosophie, eine Einstellung oder eine Weltanschauung. Die Trennungen von Beobachter und Objekt, von Geist und Materie, von ich und Du sind hier nicht mehr zulässig. Das solche Ansätze den östlichen Meditationen, wie z.B. der Ken-Zen Einheit sehr nahe kommen sei mit folgendem, charakteristischen und in verschiedensten Abwandlungen, auch bei Yoga oder Tai-Chi auftretendem Zitat, unterstrichen [50]: "Alle Dinge der Welt sind (im Grunde) eines Wesens - ein Leib." Diese asymptotische Annäherung in den analytischen und synthetischen Denkweisen von Ost und West ist schon seit Mitte der sechziger Jahre vorhergesehen worden [51]: "Nicht die Teile sind wichtig, sondern das Ganze. Dabei ist aber Voraussetzung, dass jeder einzelne erst einmal ein Ganzes sei! Bis dahin ist es freilich ein weiter, langer, mühsamer Weg - es ist der Lebens- und womöglich auch der Todesweg jedes einzelnen." Auch Teilard de Jardin hat diese Ansätze in seine Überlegungen eingebaut, er integriert Vielheit und Einheitlichkeit [52], beim Denken wird er deutlich [53]: **"Was besagt das anderes, als dass die Wissenschaft oberhalb des Teil- Phänomens, das sich im Erlangen des individuellen Denkvermögens ausdrückt, noch ein anderes Bewusstseinsphänomen anzuerkennen hat, das sich aber diesmal auf das Gesamtmenschliche erstreckt. Hier wie anderswo im Universum zeigt sich das Ganze grösser als die blosse Summe der Teile, die es zusammensetzen."** Ganzheitliche Betrachtungsweisen lassen sich, vor allem, weil sie auch eine Ethik einschliessen müssen, nicht mehr alleine auf der methodisch- didaktischen Ebene diskutieren, da sie die Methoden selbst auch einschliessen und a priori nicht mehr mechanistisch sein können. Albert Einstein hat diesen Schritt vom Wissen zu Zielsetzungen mit den Worten erfasst: "Von der Erkenntnis von dem, was ist, führt kein Weg zu dem, was sein soll."

In die Ausbildung sind die heute verfügbaren Erkenntnisse über vernetztes Denken und Morphologie auch bei der Industrie nur vereinzelt eingesetzt worden. Dort hat die morphologische Methode, wenn überhaupt verwendet, bei *innovativen Prozessen*, einige

49 Capra F., Wendezeit, Buchclub Ex Libris, Zürich (1984) 97

50 Graf Dürckheim K., Wunderbare Katze, Otto Wilhelm Barth Verlag, (1989) 48

51 Gebser J., Abendländische Wandlung, Verlag Ullstein GmbH, Frankfurt/Berlin (1965) 42

52 de Jardin T., Der Mensch im Kosmos, Buchclub Ex Libris, Zürich (1978) 28

53 de Jardin T., Der Mensch im Kosmos, Buchclub Ex Libris, Zürich (1978) 179

Erfolge zu verzeichnen [54]. Erfahrungen mit dem eigenen Matrixverfahren bei der Erfassung und Auswertung von chemischen Gefahrenpotentialen im Kanton St.Gallen [55,56,57], aber auch Anwendungen in der Industrie, beispielsweise bei der Auswertung von Monteurrapporten, haben die Nützlichkeit solcher Methoden auch praktisch unter Beweis gestellt. Es ist im Alltag sehr leicht nachweisbar, dass *wir nach drei bis vier sich folgenden logischen Schritten, ohne Hilfsmittel, den Überblick verlieren*; viele Denksportaufgaben finden sich daher an dieser Grenze [zum Beispiel 58]. Nur sehr selten, und eher zufällig und episodenhaft, sind morphologische und systemanalytische Ansätze in Lehrbüchern zu finden (zum Beispiel [59,60]), welche helfen würden diese Grenze zu überwinden. Das kurz verbindende Weil-Darum und Wenn-Dann, auf der Aufbaustufe notwendig und angepasst, herrscht leider auch in der Anwendungsstufe der Ausbildung vor.

These 4:

Obwohl die Ansicht weit verbreitet ist, dass durch viele Fakten und ausgewählte Verbindungen die Probleme vernetzt angegangen werden, hat man sich zuwenig Rechenschaft darüber abgelegt, dass eine allgemeine Methode und oder eine breit gültige Systematik in die Ausbildung nicht aufgenommen worden ist. Ein Thema kann mit dem üblichen Denkraster nicht vernetzt angegangen werden, sondern muss episodenhaft bleiben, da aus Erfahrung *der Überblick nach 3 bis 4 logischen Schritten ohne Hilfsmittel verloren geht*; gerade die vielen und vielfältigen strukturellen, sequentiellen und funktionalen Verbindungen sind das tragende Gerüst der Vernetzungen.

Hans Ulrich [61] hat in diesem Zusammenhang George Bateson zitiert: ***"Warum lehren Schulen fast nichts über das Muster, das verbindet?"*** Grundsätzlich ist diese Problematik nicht neu, denn wir erfahren täglich, so beim lesen dieser Seite: "Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile." Jedermann ist mit dieser Aussage einverstanden, und es gibt genügend Beispiele, mit denen dies auch fast unwiderlegbar untermauert werden kann. Es ist offensichtlich, dass ein einzelnes Quecksilberatom keine elektrische Leitfähigkeit, keinen Metallglanz ja nicht einmal einen Aggregatzustand haben kann. Selbst Cluster von 10 Quecksilberatomen weisen noch keine metallischen Eigenschaften auf. Bei 15 bis 20 Atomen wird die Bindung um einen Faktor 10 stärker, aber erst bei 30 bis 40 Atomen findet der qualitative Sprung zu typisch metallischen Eigenschaften statt. Im Bereich der Sicherheit hat man z.B. erkannt, dass die

⁵⁴ Schlicksupp H., Produktinnovation. Wege zu innovativen Produkten und Dienstleistungen, Würzburg (1988)

⁵⁵ Bützer P., Risikoanalyse mit einem Matrixverfahren, Swiss Chem, Heft 4, S.37 (1987)

⁵⁶ Heeb R., Feuerwehr, Chemie Stützpunkte, Entscheidungskriterien für die Regioneneinteilung, Anhang 1, Kant. Amt für Feuerschutz, St. Gallen, Mai (1988)

⁵⁷ Bützer P., Gefährdungsanalyse von Flüssiggas (Propan, Butan) und Erdgas, Grundlagen, Staatskanzlei des Kantons St. Gallen, Okt. (1988)

⁵⁸ Moosleitner P., LogikTrainer, Gruner+Jahr AG Verlagshaus, München

⁵⁹ Schefer G., Trommer G., Wenk K., Wachsende Systeme, Georg Westermann Verlag, Braunschweig (1976)

⁶⁰ Bartlett A.A., Forgotten fundamentals of the energy crisis, Am.J.Phys.,46, S.876 (1978)

⁶¹ Ulrich H., Plädoyer für ganzheitliches Denken, Hochschule St.Gallen, Aulavorträge Nr.32, (1985)

Entwicklung eines Automobils, welches sich nur auf die Sicherheit seiner Insassen konzentriert, durch seine grosse Masse die anderen Strassenteilnehmer mehr gefährdet und den Fahrer zu einem riskanteren Verhalten verleitet. Oft ist unser Verhalten unbewusst auf ein grösseres Ganzes ausgerichtet. Das Prinzip der Risikokompensation [62] sagt, wie das Risikogesetz von Felix von Cube [63] aus, dass in einem Bereich gewonnene Sicherheit durch erhöhtes Risiko an anderer Stelle kompensiert wird: "Das Hauptmerkmal eines Triebes ist ja das Anwachsen der Handlungsbereitschaft und - damit verbunden - das Wahrnehmen oder Aufsuchen auslösender Reize. Ein Trieb ist eben nicht statisch, sondern dynamisch, eine treibende Kraft, wie die Bezeichnung richtig sagt. Im Falle des Sicherheitstriebes bedeutet dies, dass dann, wenn Sicherheit erreicht ist und auch noch längere Zeit währt, neue Unsicherheit wahrgenommen oder, wenn erforderlich, aufgesucht wird." Dieses menschliche Verhalten kann somit Sicherheit gefährlich werden lassen. Es kann erst im grossen Zusammenhang verstanden werden, zu korrekten Modellen und zu sinnvollen Massnahmen führen.

Was im traditionellen Unterricht fehlt, sind ganz eindeutig Mittel und Verfahren, um die gegenseitigen Abhängigkeiten als Ganzes und nicht nur isoliert auf zwei bis drei Strukturen sichtbar zu machen. Nur so können qualitative Sprünge und nicht nur quantitative Entwicklungen im Sinne von Extrapolationen erkannt werden. *Hier könnte für die Ausbildung viel Motivation gewonnen werden*, sind doch im Verhalten von Systemen [64] noch sehr oft "Aha Effekte" möglich, weil Aussagen zu gekoppelten Systemen zum Teil der spontanen, intuitiven Beurteilung widersprechen. Und weil komplexe Systeme sich so oft unvorhersehbar verhalten, öffnen sie uns nach Heinrich Rohrer manche Chance [65]: "Man sieht doch nur, was man sehen will. Und ich glaube, Fortschritt bedeutet immer, dass man etwas sieht, das man eigentlich nicht hat sehen wollen. Das ist vielleicht das Erstaunliche an jedem Lernprozess." Um auf Neues, Ungewolltes zu stossen kann auch Methodik und Systematik behilflich sein. Forrester [66], der Begründer der "Systemdynamik", spricht in diesem Bereich vom *intuitions-widrigen Verhalten* solcher Systeme, Hans Ulrich [7] bezeichnet dies als *irrationales Verhalten*. Hanspeter Weiss [67] versucht hierzu eine Erklärung zu finden, welche Eigenschaften für den Umgang mit komplexen Systemen notwendig sind: **"Die Analyse der Anforderungen komplexer Situationen lässt erahnen, dass hier eine spezielle Form der Intelligenz gefordert wird. Es ist jene Form von Intelligenz, die man am besten mit dem altmodischen Begriff *Klugheit* zu umschreiben sucht."** Es stellt sich hier für die Ausbildung die Frage, wie diese "Klugheit" erworben werden könnte. Weiss sieht, fast paradoxerweise, in der Anwendung modernster Technologie mit Simulationen eine Möglichkeit, die schon fast vergessene, "alte"

⁶² Bützer P., Risiko- Management, Methodik zum Umgang mit Risiken, Berichte der St.Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, 85.Band, S.225 (1991)

⁶³ von Cube F., Gefährliche Sicherheit, R. Piper GmbH & Co KG, München (1990)

⁶⁴ System: Aufbau, Gefüge, gegliedertes Ganzes; aus griech.: systema "Zusammenstellung, Gebilde, Gesamtheit"

⁶⁵ Rohrer H., Ich spiele gern.., in NZZ Folio, Nr.5 (1992) 36

⁶⁶ Forrester J., in Meadows D.L, Meadows D.H., Das globale Gleichgewicht, Deutsche VerlagsAnstalt, Stuttgart (1974)

⁶⁷ Weiss H.P., Weiss jemand, wie wir das früher gemacht haben ?, Technische Rundschau, Heft 20, (1990) 72

Qualifikation "Klugheit" zu schulen [68, 69]. Simulationen nehmen auch dort immer einen breiteren Raum ein, wo man keine Erfahrungen sammeln, Zeit gewinnen und Recourcen schonen kann [70].

These 5:

Das auf modernster Technologie aufbauende Instrument der Simulation könnte so "altmodische" Qualifikationen, wie Klugheit im Umgang mit komplexen Situationen verbessern.

Bereiche, in welchen systemische Verfahren angewandt wurden, haben sich, auch ausserhalb der Informationstechnologie, mit einer unerwarteten Beschleunigung ausgeweitet, so etwa der Verkehr, die Produktion, die Waffentechnik und die wirtschaftlichen Konzentrationen der Unternehmungen [71,72,73,74], ganz im Sinne von economies of scale. Die realisierbaren Projekte sind immer grösser, umfangreicher und weitreichender geworden. Diese Ausweitung ist von Teilard de Chardin [75] schon früh mit den Worten eingefangen worden: "Wenn man sich auch nur ein wenig Mühe macht, das Zusammenwirken jener wirtschaftlich technisch sozialen Kräfte zu untersuchen, die sich seit einem Jahrhundert in einem immer engeren Netz um unsere Erde schlingen, dann muss man feststellen, dass wir ausserstande sind, uns den Kräften zu entziehen, die uns zu immer engerem Zusammenrücken zwingen. Während die unaufhaltsame Umklammerung der Erde durch diese Kräfte in vorindustriellen Epochen der Geschichte noch fast unbemerkt anwuchs, ist sie nunmehr in ihrer ganzen Stärke jäh und unvermittelt offenbar geworden." Für ein umfassendes Verständnis dieser Vorgänge ist eine breit gültige Methodik für vernetztes Denken notwendig. Methoden aus der Spezialistenebene auf eine allgemeine Anwendung zu transformieren, ist vor allem im Bereich der Ökologie versucht worden, zum Beispiel [76 77,78,79]; eine breite Umsetzung hat bisher aber nicht stattgefunden. So sind beispielsweise Aussagen, die beim Treibhauseffekt auch den sauren Regen korrekt berücksichtigen kaum zu finden, aber auch das kybernetische Gaya Modell von Lovelock [80] oder das Ökotoxia Szenario von Callenbach [81]

⁶⁸ Weiss H.P., Mit dem Computer zusammen simulieren, Technische Rundschau, Heft 21, (1990) 94

⁶⁹ Reusser K., Computersimulation von Denkprozessen, UNIPRESS, 63, 36 (1989)

⁷⁰ NZZ, 1991 wir jeder dritte SwissairPilot umgeschult, Einführung von 12 MD11 innert 15 Monaten, NZZ, Nr.294, S.57, 18. Dezember (1990)

⁷¹ Churchman C.W., Einführung in die Systemanalyse, Verlag Moderne Industrie, Wolfgang Dummer & Co., München (1970)

⁷² Daenzer W.F., Systems Engineering, Verlag Industrielle Organisation, Zürich (1976)

⁷³ Morgenstern O., Strategie heute, S.Fischer Verlag, Frankfurt am Main (1959)

⁷⁴ Beer S., Kybernetik und Management, S. Fischer Verlag, Frankfurt am Main (1959)

⁷⁵ de Chardin T., Die Entstehung des Menschen, C.H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, München (1961), S.106

⁷⁶ de Rosnay J., Das Makroskop, Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH, Reinbeck bei Hamburg (1979)

⁷⁷ Basler E., Bianca S., Zivilisation im Umbruch, Verlag Frauenfeld und Stuttgart (1974) (siehe Anhang S.179 ff)

⁷⁸ Bossel H., Systemdynamik, Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig/Wiesbaden (1987)

⁷⁹ Bossel H., Umweltdynamik, TeWi Verlag, München (1985)

⁸⁰ Watson A., Gaia, New Scientist, Inside Science, 6 July (1991)

⁸¹ Lutz R., Die sanfte Wende, Kösel Verlag, München (1984)

wird von vielen Ökologen auf vielen Ebenen, kaum aber mit kybernetischen Ansätzen angefochten. Die Wirtschaft treibt in vielen Produktionsbereichen die Vernetzung gewaltig voran, hier sei nur das Stichwort Computer Integrated Manufacturing (CIM) aufgegriffen. Aber auch bei diesem Ansatz hat man bisher wohl die Materialbeschaffung, nicht aber den ebenso wichtigen Bereich der Entsorgung gleichzeitig und gleichwertig berücksichtigt [zum Beispiel ⁸²]. Viele der notwendigen systemischen Arbeitsmethoden wären für einige Teilbereiche anwendungsreif und mit praktischer Erfahrung verfügbar, eine breite Umsetzung steht noch aus.

Interessanterweise wurden die einfachen, handfesten und methodischen Anleitungen von Frederic Vester [⁸³] wenig übernommen, und erst in wenigen Fällen für eine allgemeine Anwendung aufgearbeitet [zum Beispiel: ⁸⁴] Leider ist die Methode aber bei den Folgerungen nicht nachvollziehbar eingesetzt worden [⁸⁵]. Es wäre wichtig, diese guten Ansätze methodisch sauber einzusetzen und weiterzuentwickeln, ganz im Wissen, dass *vernetzte Ansätze sehr viel, unerwartet viel Zeit erfordern* (praktische Erfahrungen im Projekt NERIS der Hochschule St. Gallen [⁸⁶]).

Vernetzungen verlangen, dass die Anschlusspunkte auch zusammenpassen. Schon für die Diskussion setzt dies gleich verstandene Begriffe, gleich definierte Parameter und aufeinander abgestimmte Modelle und Vorstellungen voraus. Gerade bei transdisziplinären Problemen sind aber die ersten grossen Hindernisse für vernetzte Betrachtungen schon auf dieser frühen Stufe zu finden.

These 6:

Es ist eine unabdingbare Voraussetzung um Vernetzungen aufbauen zu können, dass die gleichen Begriffe (Semantik) in verschiedenen Gebieten gleich verwendet und die Modellvorstellungen aufeinander abgestimmt sind.

Die Entwicklungen, welche von Nobelpreisträger Manfred Eigen mit dem Buch "Das Spiel" [⁸⁷] Mitte der siebziger Jahre eingeläutet wurden, haben in der Wissenschaft der Synergetik, der Lehre von Zusammenwirken, eine Kombination von Kybernetik, Morphologie und Systemanalyse [⁸⁸], spannende Erkenntnisse hervorgebracht. Es wurden Begriffe wie Chaos oder Fraktale mit sehr viel Inhalt gefüllt, die im Bereich des vernetzten Denkens aller Fakultäten, zum Beispiel: Mathematik [^{89,90,91}], Biologie

⁸² Gottschalch H., Produktionsarbeit in CIM Strukturen, Technische Rundschau, Heft 26 (1990) 28

⁸³ Frederic Vester F., Ballungsgebiete in der Krise, Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co KG, München (1983)

⁸⁴ Bützer P., Methodik zur Beurteilung von Kopplungen in vernetzten Systemen, Pädagogische Arbeitsstelle des Kt.St.Gallen (1988)

⁸⁵ Vester F., Ausfahrt Zukunft, Wilhelm Heyne Verlag, München 1990

⁸⁶ Grünig R., Principe S., Projekt NERIS (Netzwerk in der Risiko- Sensitivitätsanalyse), Hochschule St. Gallen, Institut für Versicherungswirtschaft, Juni 1992

⁸⁷ Eigen M., Winkler R., Das Spiel, Piper Verlag, München (1976)

⁸⁸ Umweltschutz Versuch einer Systemdarstellung, Siemens Aktiengesellschaft Berlin/München (1986)

⁸⁹ Chaitin G., A random walk in arithmetic, New Scientist, 24 March (1990), S.44

⁹⁰ Vivaldi F., An experiment with mathematics, New Scientist, 28 October (1989), S.46

⁹¹ Percival I., Chaos: a science for the real world, New Scientist, 21 October (1989), S.42

[^{92,93}], Chemie [⁹⁴], Wirtschaft [⁹⁵], Informatik [^{96,97}], Astronomie [⁹⁸], Physik [⁹⁹], Risikomanagement [¹⁰⁰], mit Gewissheit grosse Konsequenzen zeigen werden, ja teilweise schon getan haben. Aber die grosse pädagogische Chance, das Verhalten von komplexen Systemen spielerisch zu erfahren, wie dies im Buch "Das Spiel" so trefflich vorgeschlagen wurde, ist bisher erst in Ansätzen genutzt worden. Diese theoretischen Ansätze sind realitätsnah, so hat beispielsweise Hermann Haken für die Geschichte und die Politik wichtige Folgerungen gezogen [¹⁰¹]: "Wie mir persönlich scheint, ist das Bewusstsein, dass eben kleine Umweltveränderungen (gleich Änderung der Lebensbedingungen) drastische Zustandsänderungen eines ganzen Systems bewirken können, bei einer ganzen Reihe von Politikern noch nicht durchgedrungen." Als ob er die Situation im Ostblock von 1989/90 vorhergesehen hätte, leitet er mit grundsätzlichen Überlegungen der Synergetik 1988 für die Politik her [¹⁰²]: "Vorbedingungen für einen Umsturz (eine Revolution) sind daher entweder eine Lockerung der Regierungsmassnahmen, durch die ein Meinungs-austausch erleichtert wird, oder der Aufbau eines geheimen Untergrundnetzes." *Diese methodischen Ansätze, haben sehr schnell dazu geführt, die Grundlagen zu verstehen, wie Muster erkannt werden können, ganz unabhängig von ihrem Inhalt* [¹⁰³]. Um brauchbare Aussagen zu erhalten, müssen nicht, wie dies von Analytikern immer wieder gefordert wird, sehr genaue Grunddaten vorhanden sein. Die Resultate von Abstimmungen werden schon heute mit angepassten Verfahren (Cluster- Verfahren, Fuzzy- Set- Theorien [^{104,105}]) ausgewertet und interpretiert, ohne dass dies von der Allgemeinheit wahrgenommen worden ist.

These 7:

Die Mustererkennung und der Umgang mit unscharfen (fuzzy) Daten ist für alle Wissensgebiete von zentraler Bedeutung. Einige Methoden sind heute auf wissenschaftlicher Ebene vorhanden, sollten aber für eine breite Anwendung bei der allgemeinen Ausbildung den Anforderungen der verschiedenen Fächer (Aufgabenstellungen), vor allem aber der entsprechenden Stufe, angepasst werden.

Diese Methoden werden immer wichtiger. Die ganze Problematik der Wettervorhersage ist in diesem Zusammenhang ebenfalls ausgeleuchtet worden. In diesem Kontext wurde beispielsweise ganz provokativ die Frage gestellt und beantwortet: "Kann ein Schmetter-

⁹² Poole P., Microbes on the move, New Scientist, 3 March (1990), S.38

⁹³ May R., The chaotic rhythms of life, New Scientist, 18 November (1989), S.37

⁹⁴ Scott S., Clocks and chaos in chemistry, New Scientist, 2 December (1989), S.53

⁹⁵ Savit R., Chaos on the trading floor, New Scientist, 11 August (1990), S.48

⁹⁶ Stewart I., Portrait of chaos, New Scientist, 4 November (1989), S.42

⁹⁷ Lesurf J., Chaos on the circuit board, New Scientist, 30 June (1990), S.63

⁹⁸ Murray C., Is the Solar System stable ?, New Scientist, 25 November (1989), S.60

⁹⁹ Mullin T., Turbulent times for fluids, New Scientist, 11 November (1989), S.52

¹⁰⁰ McRobie A., Thompson M., Chaos, catastrophes and engineering, New Scientist, 9 June (1990), S.41

¹⁰¹ Haken H., Erfolgsgeheimnisse der Natur, Ullstein Sachbuch, Frankfurt am Main/Berlin (1988), S.153

¹⁰² Haken H., Erfolgsgeheimnisse der Natur, Ullstein Sachbuch, Frankfurt am Main/Berlin (1988), S.176

¹⁰³ Haken H., Der Computer erkennt mein Gesicht, Bild der Wissenschaft, 8, S.48 (1988)

¹⁰⁴ Guttropf W., Gewisse Unschärfe, Elektroniker, Nr.1 (1992) 24

¹⁰⁵ Weber F., Wäscht Fuzzy Logic wirklich weisser ?, Technische Rundschau, Heft 42 (1991) 36

ling einen Wirbelsturm auslösen ?" [106]. Gerade die Synergetik und die Chaos Theorie zeigen uns auch die Grenzen von Prognosen und Extrapolationen auf, sie können damit sehr viel zu guten wissenschaftlichen Aussagen beitragen. So lässt sich mit diesen Grundlagen verstehen, weshalb ein Fischerkutter ohne Konstruktions- oder Wartungsmängel in einem Sturm trotzdem sinken kann [107]. Die Chaostheorie hat somit insofern einen "menschlichen" Zug, als ein Unfall mit einem technischen Produkt nicht zwangsläufig zu einer Schuldfrage werden muss.

Vernetztes Denken kann in einem Fachgebiet isoliert nicht stattfinden, meint man doch schon mit dem Begriff Fach eine Abgrenzung. Noch strenger geht der Begriff Abteilung mit der Vorstellung abtrennen und isolieren parallel. Carl Friedrich von Weizsäcker [108] hat 1946 dazu bemerkt: **"Man fühlt mehr und mehr die Gefahr, die in der Spezialisierung der Wissenschaften liegt. Man leidet unter den Schranken, die zwischen den Fächern aufgerichtet sind."** Hier müssten also trans- oder interdisziplinäre Aussagen gemacht werden. Letztlich sind es ganz entscheidend auch ethische Aspekte, welche nur vom Ganzen her und in der Vernetzung betrachtet werden können. Aber auch umgekehrt gilt: Vernetztes, insbesondere aber ganzheitliches Denken muss ethische Anliegen auch einschliessen; ein sehr grosser Anspruch.

Richtig eingesetzt können die Werkzeuge der Mustererkennung und der Synergetik die Teamfähigkeit, vor allem aber das selbständige Lernen an der Aufgabe unterstützen und fördern. Hier könnten auch Ansätze zum Verständnis anderer Kulturen wichtig werden [109]: "Man ist in Fernost der Ansicht, dass diese unscharfe Denk- und Handlungsweise den fernöstlichen Völkern noch viel näher ist als dem westlichen, industriegeprägten Menschen."

These 8:

Wie gehen wir mit Neuerungen um ???

1. Es ist nicht wahr

2. Es ist wahr, aber nicht wichtig

3. Es ist wichtig, aber nicht neu

Wir sind beim vernetzten Denken zum Teil schon auf der Stufe 2 angelangt und überzeugen uns meist selbst davon, dass wir mit den konventionellen Ausbildungsmethoden alle Forderungen der Stufe 3 erfüllen. Die Wissenschaft im Bereich der Kybernetik, Morphologie, Systemdynamik, Synergetik und Chaostheorie zeigt aber deutlich, dass *methodische und didaktische Voraussetzungen erfüllt sein müssen, wenn vernetztes Denken nicht ein leerer Begriff bleiben soll.*

¹⁰⁶ May R.M., Nature, 261 (1976), S.459

¹⁰⁷ McRobie A., Thompson M., Chaos, catastrophes and engineering, New Scientist, 9 June (1990), S.41

¹⁰⁸ von Weizäcker F., Die Geschichte der Natur, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen (1962), S.5

¹⁰⁹ Guttropf W., Gewisse Unschärfe, Elektroniker, 1 (1992) S.24

These 9:

Im Bereich der Lehre von vernetzten Systemen sollte der Transfer synthetischer und nicht nur analytischer Methodik und Didaktik auf die entsprechende Ausbildungsstufe für alle Fachbereiche möglichst bald an die Hand genommen werden. Nur so gelangen wir einmal auf die Stufe 3 der These 8.

Die hier angesprochenen Methoden sind, modern ausgedrückt, *Problemlösungsverfahren*, welche sich ganz unabhängig von der Anwendung einsetzen lassen. Idealerweise braucht es für jedes Gebiet ein Team von Fachleuten, welche die Methodik auf die Eigenheiten des Fachs und die Ausbildungsstufe abstimmt. Vernetzte Betrachtungsweisen sind eine grosse Chance, die wesentlichsten Bereiche der einzelnen Fachgebiete, unter dem Blickwinkel des Ganzen, der Allgemeinbildung, abzustecken. Sie könnten aber auch sehr viel zur Kommunikation zwischen Fachgebieten, Abteilungen, ja ganz allgemein zwischen Spezialisten beitragen. Es kann beispielsweise einem Chemiker nicht erspart werden, sehr viele Substanzen, Substanzeigenschaften, Reaktionsmechanismen und Reaktionen zu kennen, aber mit dem Verständnis der Rückkopplung kann das Verhalten von exothermen Reaktionen [110] viel besser verstanden [111] werden, ein beachtlicher Sicherheitsgewinn.

Immer wichtiger wird es werden, über Methoden zu verfügen, mit der zunehmend wachsenden Informationsmenge vernünftig fertig zu werden. Der Philosoph Hermann Lübbe [112] macht auf diesen Aspekt aufmerksam: **"Speziell in der wissenschaftlichen Öffentlichkeit lässt sich gegenwärtig beobachten, dass sich eine Zeitschere auftut zwischen dem Informationszuwachs einerseits und dem Zuwachs unserer Informationsselektionskompetenz andererseits."** Gute Hinweise mit dieser Problematik umzugehen, die auf der Neurobiologie basieren, hat Frederic Vester [113] gemacht. Leider fehlen bei diesem Ansatz aber die methodischen Voraussetzungen um die Kopplungen zwischen den Kriteriensätzen eindeutig zu erfassen. So wird nicht gesagt, ob die Wirksamkeit, die Empfindlichkeit oder die maximale Wirkung als Mass verwendet werden soll.

Die Geisteswissenschaften können solange keine tieferen Einsichten liefern, als sie die wichtigsten naturwissenschaftlichen Erkenntnisse, vor allem aber gesicherte Beobachtungen, nicht umfassend berücksichtigen. Die symbolhafte Darstellung naturwissenschaftlicher Sachverhalte überwindet Felder, die mit der natürlichen Sprache oft nicht zu füllen sind. Diese Lücken werden von Saint- Exupéry in die Worte gefasst [114]: **"Um die Welt von heute zu deuten, gebrauchen wir eine Sprache, die für die Welt von gestern geschaffen wurde. Darum erscheint uns auch das Leben der Vergangenheit naturgemässer zu sein, nur weil es unserer Sprache**

¹¹⁰ exotherme Reaktion: Reaktion, die Wärme produziert. Durch diese Wärmeproduktion steigt die Temperatur, und damit wiederum die Reaktionsgeschwindigkeit. Die Reaktion "schaukelt" sich auf.

¹¹¹ Bützer P., Eine thermische Runaway Reaktion, Ein Demonstrationsexperiment, Praxis der Naturwissenschaften, im Druck

¹¹² Lübbe H., Zeit-Verhältnisse, Verlag Styria, Graz/Wien/Köln (1983), S.67

¹¹³ Frederic Vester F., Denken, Lernen, Vergessen, Deutsche Verlagsanstalt Stuttgart (1976)

¹¹⁴ Saint- Exupéry A., Wind, Sand und Sterne, Karl Rauch Verlag, Düsseldorf (1986) 47

gemässer ist." Methoden, die hier Brücken schlagen könnten, müssten von Natur- und Geisteswissenschaften eigentlich mit Interesse geprüft werden.

Die Philosophie war immer ein Inbegriff dafür, dass sie den Überbau über alle anderen Wissenschaften machen kann. Ist das so sicher? Jeanne Hersch [115] meint dazu: "Die zeitgenössische Philosophie hat mithin eine entscheidende Aufgabe ausser acht gelassen; sie hat die geistigen Voraussetzungen der wissenschaftlichen Forschung nicht erhellt und hat nicht gefragt, welcher Art ihre Antriebe, Hypothesen und Methoden sind; sie hat nicht untersucht, auf welche ethische Grundlage sich ihre Nachprüfungen und ihre Zweifel berufen, was die Gültigkeit ihrer Zwecke ausmacht und wie weit ihre Verbindlichkeit reicht; sie hat die Geschichte der Naturwissenschaften nicht als einen menschlichen Prozess innerhalb der Kultur analysiert; sie hat ihre Terminologie und Symbolik kaum hinterfragt, und doch haben diese die kritische Reflexion der Zeitgenossen sowie auch ihren Sinn für das Sein grundlegend verändert."

Sind hier die Naturwissenschaften in einer besseren Situation? Der Physiker Harald Fritzsch [116] meint dazu: **"Eine wichtige Lehre, die wir aus den Erkenntnissen der modernen Naturwissenschaften (auch für die Geisteswissenschaften zum Beispiel die Philosophie, die Geschichte..) ziehen müssen, ist der Verzicht auf den naiven Glauben an das Prinzip von Ursache und Wirkung. Unser Gehirn ist so angelegt, dass wir bei jeder Gelegenheit der Illusion verfallen, jeder Naturprozess sei das Ergebnis des Wirkens einer oder weniger Kausalketten, nach dem Muster: Dieser Prozess läuft ab, weil jener Prozess vorher ablief, und jener folgte... Dieses Denken in eindimensionalen Kausalketten ist eine menschliche Eigenschaft, die die Wirklichkeit nur unzureichend zu beschreiben vermag."** Die neuesten Erkenntnisse der Chaos Theorie lassen denselben Schluss zu [117]: "Chaos stellt auch den reduktionistischen Standpunkt in Frage, nach dem man ein System verstehen sollte, indem man es zerlegt und die einzelnen Teile studiert. Dieser Standpunkt ist in den Naturwissenschaften unter anderem deshalb so vorherrschend gewesen, weil es so viele Systeme gibt, für die das Verhalten des Ganzen durch die Summe der Teile bestimmt wird. Chaos zeigt jedoch, dass ein System als Folge von einfachen, nichtlinearen Kopplungen zwischen nur wenigen seiner Teile kompliziertes Verhalten zeigen kann. In einer Vielzahl wissenschaftlicher Gebiete von der Beschreibung mikroskopischer Physik bis zur Behandlung makroskopischen Verhaltens biologischer Systeme ist dies ein akutes Problem geworden. Es hat in den letzten Jahren einen gewaltigen Fortschritt in den Methoden zur detaillierten Bestimmung der Systemstruktur gegeben, aber die Integration all dieses Wissens hat dadurch gelitten, dass es bisher wenig theoretische Konzepte zur Beschreibung qualitativen Verhaltens gibt." Dieser Ansatz der Chaostheorie ist besonders wertvoll, weil er eine konkrete Möglichkeit aufzeigt, die kleinen Details, die einfachen Erkenntnisse, mit einem grösseren System zu verknüpfen. Die Aussagen hören sich fast revolutionär an: "Schon jetzt hat die Wissenschaft vom Komplexen völlig neue Einsichten in die Möglichkeiten und Grenzen sicherer Vorhersagen und objektiver Erkenntnisse geliefert. Dies

¹¹⁵ Hersch J., Quer zur Zeit, Benziger Verlag AG, Zürich (1989), S.24

¹¹⁶ Fritzsch H., Vom Urknall zum Zerfall, R.Piper & Co Verlag, München, (1987), S.307

¹¹⁷ Crutchfield J.P., Farmer J.D., Packard N.H., Shaw R.S., Chaos in "Chaos und Fraktale", Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg (1989), S.18

wird Rückwirkungen auf unser wissenschaftliches Weltbild haben und damit auch auf das Selbstverständnis der Menschheit, denn wissenschaftliche Erkenntnisse haben seit eh und je Weltanschauungen beeinflusst." [118]. Die Zukunft wird weisen, wieviel von der Chaostheorie Reiz des Neuen ist und wie viel als breit gültige Theorie aufgenommen werden kann.

These 10:

Mit der Entwicklung der Synergetik, Strukturwissenschaft, Theorie komplexer Systeme oder Chaos- Theorie zeichnen sich Möglichkeiten ab, den Zusammenhang von einzelnen Parametern und ganzen philosophischen, sozialen, wirtschaftlichen, ökologischen, chemischen und physikalischen Systemen besser zu erkennen. Eine stufengerechte Umsetzung wäre eine herausfordernde pädagogische, methodische und didaktische Aufgabe.

Die hier skizzierten Wege sind nicht einfach. Ilya Prigogine - eine der Schlüsselfiguren der Chaosforschung - hat wichtige Hürden aufgezeigt, die beim Denken in nichtlinearen, dynamischen Systemen überwunden werden müssen: "Unser Denken an die subtile ganzheitliche Komplexität anzupassen ist deshalb so schwer, weil wir versucht haben mit Hilfe von Voraussagen der Zeit zu entrinnen. Es ist ein Axiom der Chaostheorie, dass es keine Abkürzungswege gibt, auf denen man das Schicksal eines komplexen Systems erfahren könnte; seine Entwicklung lässt sich nur in "Echtzeit" verfolgen. Die Zukunft enthüllt sich nur im Aufdröseln der Gegenwart von Augenblick zu Augenblick. Stellen wir uns der Begrenzung, ja der Unmöglichkeit von Vorhersagen, so können wir in die wirkliche Zeit zurückkehren und sie als die Grenze zwischen Ordnung und Chaos, zwischen dem Bekannten und dem Unbekannten, als Tiefe der Spiegelwelten akzeptieren."

Hier gilt es ganz deutlich darauf hinzuweisen, dass ein solides Fachwissen, durch vernetztes Denken nie ersetzt werden kann; die Verankerungspunkte sind ebenso wichtig, wie die Verbindungen. Die wichtigsten Kriterien oder Variablen eines grossen Systems können nach wie vor nur intuitiv gefunden werden.

Wenn Philosophen, Naturwissenschaftler, Techniker und Ökonomen aber alle dasselbe Defizit bei grundsätzlichen, umfassenden Fragestellungen, Methodik und Systematik sehen, könnte schon etwas daran wahr sein.

Murray GellMann [119] charakterisiert eine heute weit verbreitete Situation bei Sekten, Okkultismus, Astrologie : **"Junge Menschen, ermüdet von der Tyrannei schlecht programmierter Computer und von Menschen, die wie schlecht programmierte Computer handeln, fallen in die Hände von Kartenlesern und Scharlatanen.."** Da müssen wir einen sinnvollen Ausweg finden. Wir sollten vermehrt bereit sein die Wahrheit im Sinne von Saint- Exupéry zu suchen: "Für den Menschen

¹¹⁸ Küppers B.O., Wenn das Ganze mehr ist als die Summe der Teile, Geo Wissen, Nr.2, 7.5., S.28 (1990)

¹¹⁹ GellMann M., zitiert von Fritsch H.,in: Vom Urknall zum Zerfall, R.Piper & Co Verlag, München (1987), S.17

gibt es nur eine Wahrheit, das ist die, die aus ihm einen Menschen macht." Die interdisziplinären und vernetzten Ansätze zeigen hier den richtigen Weg, da sie Einblicke in grössere Gebiete erlauben und durch die intuitiven Komponenten den Menschen selbst mehr einbeziehen. Sie könnten kleinste Teile der Komplexität des Lebens gleichzeitig mit umfassenden Lebensbereichen einschliessen und zu tieferen Einsichten im Sinne von Weizsäcker führen [120]: "Der Mensch sucht in die sachliche Wahrheit der Natur einzudringen, aber in ihrem letzten, unfassbaren Hintergrund sieht er wie in einem Spiegel unvermutet sich selbst."

Methoden, welche Details zu ganzen Systemen oder realitätsbezogenen Bereichen synthetisieren, liefern oft Resultate, die nur schwer, nicht sofort oder nicht direkt überprüfbar sind. Viele Erfahrungen zeigen aber, dass die Ergebnisse auch einfacher integrierender Verfahren die Wirklichkeit meist gut beschreiben [z.B.: 121]; ersetzen können sie sie nie. Es muss daher ein Ziel umfassender Bildung sein, *praktische Erfahrung* [122], gleichzeitig mit der Anwendung theoretischer Werkzeuge, in breitem Ausmass Erfahrung zu gewinnen. Zum Vernetzen benötigen wir Stützpunkte in Form von harten Fakten, Verbindungen mit gesicherten Strukturen und klaren Zusammenhängen, vor allem aber persönlichen Erfahrungen. Jede Methode hängt ohne diese sorgfältigen Verankerungen in der Luft, sie bleibt ein weltfremdes Konstrukt. Trotzdem kann jedes Modell nur eine Annäherung an die Realität sein, denn in dynamischen, komplexen Systemen ist es praktisch unmöglich einen vollständigen Variablensatz zu finden, der das Ganze beschreibt [123].

These 11:

Gleichzeitig, und als Teil von Methoden für vernetztes Denken, müssen erhärtete Fakten gut dargestellt und vor allem praktische Erfahrungen gewonnen werden können. Nur mit stabilen und robusten "Stützpunkten" ist es möglich, ein Netz als realitätsnahes System aufzubauen. Das Ganze kann nie besser sein, als die Grundlagen.

Möglicherweise wäre eine Ansicht von Saint- Exupéry [124] Grundlage um ein System zu überprüfen: **"Vollkommenheit entsteht offensichtlich nicht dann, wenn man nichts mehr hinzuzufügen hat, sondern, wenn man nichts mehr wegnehmen kann."**

Rasche Ergebnisse sind im Bereich des vernetzten Denkens nicht zu erwarten, spricht er doch viel zu grundsätzliche Punkte an. Wäre es aber nicht eine didaktische und pädagogische Aufgabe, die Entwicklung zu verfolgen, für die Ausbildung aufzuarbeiten, und organisch einzubauen? Im Artikel mit dem Titel: "Abschied vom linearen Denken" kommt Gerd Häusler [125] zum Schluss: "Unabhängig von jeder technischen und

¹²⁰ von Weizsäcker C.F., Die Geschichte der Natur, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen (1962) 45

¹²¹ Bützer P., Modell für Effekte mit toxischen Gasen (MET), swiss chem, 14 (1992) 7

¹²² Bieg J.J., Didaktik allein ersetzt die Praxis nicht, Technische Rundschau, Heft 32, (1990) 44

¹²³ Capra F., Wendezeit, Buchclub Ex Libris, Zürich (1984) 446

¹²⁴ Saint- Exupéry A., Wind, Sand und Sterne, Karl Rauch Verlag, Düsseldorf (1986) 49

¹²⁵ Häusler G., Chaos und Ordnung, Technische Rundschau, Heft 27 (1990) 12

wirtschaftlichen Anwendbarkeit der nichtlinearen Dynamik ist es wichtig, dass wir uns konsequent vom linearen Denken lösen: im Alltag, in der Wissenschaft und besonders in der Politik." So radikal muss es nicht sein, aber das lineare Vorgehen sollte durch systemische Wissensstrukturen doch mindestens ergänzt werden. Problemlösungsverfahren können, auf den ersten Blick überraschend, auch Hypothesen für das Lösen praktischer Probleme sein [126], dies gilt auch für neue Methoden. Die Ausbilder haben selbst noch keine Didaktik und wenige Methoden für vernetztes Denken. Zuerst müssen die Grundlagen, auch die Semantik und die fundamentalen Grundsätze und Regeln für Basisstrukturen verschiedener Disziplinen gegenübergestellt werden, eine Voraussetzung für interdisziplinäres oder transdisziplinäres Vernetzen - einer Schlüsselqualifikation. Dann erst kann eine Einführung erfolgen mit: "Teach the teacher".

Das Vorgehen muss sich an ein vernetztes Schema halten. Dabei ist die Rückkopplung der Massnahmen auf die zugrunde gelegten Konzepte, Phänomene und die Ziele zu beachten, Fehler müssen als Chance für Verbesserungen und Fortschritte gesehen werden:

Ziele <-> Phänomene <-> Konzepte, Theorien <-> Massnahmen
 <----->

Ein *Ziel* könnte sein: grosse Bereiche überblickbar zu machen, wobei die Übersicht nicht zu einer Verfälschung der wesentlichen Details führen darf. Die *Phänomene* sind offensichtlich: rasante Zunahme an Information, zunehmendes Detailwissen, beschleunigt wachsende Technologie, immer weiterreichende Möglichkeiten für Eingriffe, zunehmend komplexere Entscheidungen. Es ist aber auch ein wichtiges Phänomen, dass wir immer mit unvollständigen, unsicheren und unscharfen Angaben arbeiten müssen. *Konzepte und Theorien* mit vernetzten und komplexen Systemen umzugehen, sind für verschiedene Anwendungen bekannt, es würde nun als *Massnahme* darum gehen, praxistaugliche Werkzeuge für einen breiten Einsatz bereitzustellen. Sehr grosse Behutsamkeit ist angesagt, denn die Einführung holistischer Methoden ist eine Gratwanderung, ein abgleiten in die nichtssagende Oberflächlichkeit ist wohl die grösste Gefahr. **Falsche Detailkenntnisse werden auch mit der besten vernetzenden Methode nie zu einer guten ganzen Aussage führen [127].** Jede Aussage kann auch bestenfalls das abgegrenzte System betreffen, und auch dies nur, sofern die Beziehungen nach aussen erfasst worden sind. Die Problemlöseverfahren für vernetzte Systeme fördern die Kommunikation, sie zwingen zu inter- und transdisziplinärer Arbeit. So gesehen kann der Weg zur Problemlösung einen dem Ziel vergleichbaren Wert erhalten.

¹²⁶ Guggenbühl A., Die Schule ist nicht das Leben, Psychologische Hypothesen erfolgreicher Schulkarrieren, NZZ, S.85, Nr. 129, 7.Juni (1990)

¹²⁷ gigo-Prinzip: Garbage in – garbage out

Die Kritiken waren immer, sehr oft zu Recht da, sie fehlen auch heute nicht. So könnten manchmal einzelne Massnahmen isoliert gesehen sehr sinnvoll sein, und müssen keine vernünftige Begründung im Ganzen finden [¹²⁸].

These 12:

Vernetztes Denken ist in aller Munde. Was uns fehlt, sind Anleitung und wirkungsvolle, nicht notwendigerweise perfekte Methoden für die Praxis.

Es darf uns bei Methoden zum vernetzten Denken nicht passieren, dass der Ausspruch von Mark Twain Bedeutung erhält: **"Wenn das einzige Werkzeug ein Hammer ist, neigt man dazu alle Probleme als Nägel zusehen."**

Die drei Fragen die bei einer Weiterentwicklung bearbeitet werden müssen sind:

1. Was wollen wir erreichen ?
2. Was wollen wir vermeiden ?
3. Was wollen wir beibehalten ?

¹²⁸ Achenbach G.B., Klar gibt es Zusammenhänge - aber..., Technische Rundschau, Heft 36 (1991) 40