

## Vernetztes Denken

### 1. Der Systemansatz und vernetztes Denken

Schon in den vierziger Jahren wurden von verschiedenen Wissenschaftlern Forschungsperspektiven entwickelt, die sich mit Kommunikationsproblemen und Strukturen von organisierten Systemen beschäftigten. Sie wurden als Kybernetik, Systemtheorie oder Kommunikationstheorie bezeichnet.

„Die allgemeine Systemtheorie basiert auf Arbeiten von N. WIENER (1948) und L. BERTALANFFY (1951). Sie versucht, die Gesetzmäßigkeiten aufzudecken, die allen Systemen unabhängig von ihrer speziellen inhaltlichen Ausfüllung gemeinsam sind. ... Es ist möglich geworden, Prozesse, die in ökologischen, sozialen und technischen Systemen sowie beim Zusammenwirken dieser Systeme über vielfältige Wechselwirkungsmechanismen wirksam sind, in Form mathematisch-statistischer Modelle zu simulieren. Arbeiten wie ‚Der teuflische Regelkreis‘ von J. W. FORRESTER (1971), ‚Die Grenzen des Wachstums‘ von D. MEADOWS et al. (1973) und ‚Menschheit am Wendepunkt‘ von M. MESAROVIC und E. PESTEL (1974) sind bekannte Beispiele dafür.“ (KLAUS 1985, S. 1f).

Mit Hilfe dieser Denkmodelle und Computersimulationen können komplexe Systeme (z.B. die Weltwirtschaft, die Volkswirtschaft eines Landes, das Klima der Erde, der menschliche Körper etc.) in Systemschichten und Teilsysteme zerlegt und die speziellen Bedingungen zwischen den einzelnen Bereichen dargelegt werden.

Diese Betrachtungsweise ist nicht a priori besser als andere, sie verhilft jedoch zu neuen Erkenntnissen. So lehrt der Systemansatz, „die Welt gewissermaßen als ein Bündel sich dynamisch entwickelnder Verhaltensmuster zu betrachten: Da erkennen wir zum Beispiel Wachstum und Schwund, Zyklen und Grenzüberziehung. Unsere Aufmerksamkeit ist auf gegenseitige Verflechtungen und Wechselwirkungen gerichtet. Die Wirtschaft und die natürliche Umwelt sehen wir in diesem Sinne als ein einheitliches System. Da gibt es Bestandsgrößen, Durchflußmengen, Rückkoppelungen und Grenzwerte. Sie alle beeinflussen unablässig das Verhalten des Gesamtsystems.“ (MEADOWS u.a. 1992, S. 23).

Der Biologe J. DE ROSNAY hat in seinem Buch „Das Makroskop“ den bisher üblichen analytischen Ansatz jenem der Systemanalyse gegenübergestellt (Abb. 1).

### 2. Traditionelle Denkschablonen behindern vernetztes Denken

Wir haben nicht nur eine bestimmte Auffassung von der Beschaffenheit aller uns umgebenden Dinge, sondern haben uns auch darauf festgelegt, daß diese Dinge tatsächlich so und nicht anders sind. Diese Denkschablonen sind bereits so verinnerlicht, daß wir uns erst im Gespräch mit Personen, die anderer Auffassung sind, ihrer Existenz bewußt werden.

**Abb. 1: Analytischer Ansatz und Systemansatz – Zwei Ansätze zur Erfassung der Wirklichkeit**

Analytischer Ansatz	Systemansatz
Isoliert: konzentriert sich auf die einzelnen Elemente des Systems.	Verbindet: konzentriert sich auf die Wechselwirkungen zwischen den Elementen.
Berücksichtigt die Art der Wechselwirkungen.	Berücksichtigt die Ergebnisse der Wechselwirkungen.
Stützt sich auf die Genauigkeit der Details.	Stützt sich auf die Wahrnehmung der Ganzheit.
Verändert jeweils nur eine Variable.	Verändert Gruppen von Variablen gleichzeitig.
Ist unabhängig von der Zeitdauer: die betrachteten Phänomene sind reversibel.	Bezieht Zeitdauer und Irreversibilitäten ein.
Die Bewertung der Tatsachen erfolgt durch experimentellen Beweis im Rahmen einer Theorie.	Die Bewertung der Tatsachen erfolgt durch Vergleich der Funktion eines Modells mit der Realität.
Bildet genaue und detaillierte Modelle (Beispiel: ökonometrische Modelle), die jedoch kaum in Handlungen umsetzbar sind.	Bietet Modelle, die nicht stichhaltig genug sind, um als Wissensbasis zu dienen (Beispiel MEADOWS), jedoch für Entscheidungen und Handlungen brauchbar sind.
Nützlicher Ansatz, solange es sich um lineare und schwache Wechselwirkungen handelt.	Nützlicher Ansatz bei nichtlinearen und starken Wechselwirkungen.
Führt zu einer disziplinierten Ausbildung.	Führt zu einer interdisziplinären Ausbildung.
Führt zu einer im Detail programmierten Handlungsweise.	Führt zu einer durch Ziele bestimmten Handlungsweise.
Erreicht gutes Detailwissen, jedoch schlecht definierte Ziele.	Erreicht nur unscharfe Details, jedoch gutes Wissen über die Ziele.

Quelle: Nach DE ROSNAY 1977; hier zitiert aus VESTER 1993, S. 43.

D. MEADOWS hat in diesem Zusammenhang einige für unsere gegenwärtige Weltanschauung typische *Denkschablonen* angeführt:

- „Eine einzelne Ursache erzeugt eine einzelne Wirkung. Es muß also jeweils eine Ursache für den sauren Regen, für Krebs, für den Treibhauseffekt geben. Alles, was wir tun müssen, ist, diese eine Ursache zu finden und aus der Welt zu schaffen.
- Jegliches Wachstum ist gut – und möglich. Es gibt effektiv keine Grenzen des Wachstums.
- Wenn man etwas weggeworfen hat, ist es nicht mehr vorhanden.
- Mit Technik läßt sich jedes Problem lösen. Technik kostet nichts und ist sofort verfügbar. Wir wissen genau, welche Technik wir jeweils brauchen. Fortschritt wird durch bessere Technologien erzielt, nicht durch eine bessere Menschheit.
- Wenn etwas ‚wirtschaftlich‘ ist, bedarf es keiner weiteren Rechtfertigung. Dazu E. F. SCHUMACHER: ‚Man mag eine Sache für unmoralisch oder abstoßend, für menschenverachtend oder entwürdigend, für eine Bedrohung des Weltfriedens oder der Lebensbedingungen späterer Generationen halten; solange man nicht nachweisen

## VERNETZTES DENKEN

- kann, daß sie ‚unwirtschaftlich‘ ist, kann man ihr nicht ernsthaft das Recht absprechen, zu existieren, zu wachsen und zu gedeihen.‘
- Wirkungen sind linear, augenblicklich und kontinuierlich; es gibt keine kritischen Schwellen; Rückkopplungen setzen genau an der richtigen Stelle und zum richtigen Zeitpunkt ein; um Systeme zu lenken, braucht man sich nur an das Gesetz von Ursache und Wirkung zu halten.
  - Ergebnisse lassen sich am dafür eingesetzten Aufwand messen: Wenn man mehr für Waffen ausgegeben hat, hat man ein höheres Maß an Sicherheit erzielt; wenn man mehr Strom verbraucht, ist man wirtschaftlich bessergestellt; wenn man mehr Geld in Schulen steckt, bekommen Kinder eine bessere Ausbildung.
  - Wenn man sich entscheiden muß, gibt es nur ein Entweder-Oder, kein Sowohl-Als-Auch.
  - Materieller Besitz ist die Quelle des Glücks.“ (MEADOWS 1995, S. 19).

Nach H. BOSSEL, Professor für Umweltsystemanalyse an der Gesamthochschule Kassel, kann unser Denkapparat nur in einfachen Fällen die Dynamik eines Systems nachvollziehen. Wir sind darauf trainiert, Sachwissen zu verarbeiten und logisches sowie normatives Wissen anzuwenden. Die vierte Dimension des Wissens, das *kybernetische Wissen*, fehlt uns weitgehend. Da der Mensch vorwiegend linear und monokausal denken möchte, wird die Problembewältigung mit traditionellen Wissensschemata in einer dynamischen Umwelt immer schwieriger. Die Komplexität und die Dynamik von Systemen machen dem menschlichen Geist zu schaffen.

Mit Hilfe von Simulationsexperimenten konnte der Bamberger Psychologe D. DÖRNER die im Umgang mit komplexen Systemen am häufigsten begangenen *Strategiefehler* aufzeigen (DÖRNER 1975). Die sechs wichtigsten seien hier genannt (zitiert aus VESTER 1993, S. 25):

*Erster Fehler:* Mangelhafte Zielerkennung. Das System wird abgetastet, bis ein Mißstand gefunden wird. Dieser wird beseitigt, dann der nächste Mißstand gesucht (Reparaturdienstverhalten). Wie bei einem Anfänger im Schachspiel geschieht die Planung ohne große Linie.

*Zweiter Fehler:* Man beschränkt sich auf Ausschnitte der Gesamtsituation. Große Datenmengen werden gesammelt, die zwar enorme Listen ergeben, jedoch kaum Beziehungen aufzeigen. Dadurch sind sie in keine Ordnung zu bringen, und die Dynamik des Systems bleibt unerkannt.

*Dritter Fehler:* Einseitige Schwerpunktbildung. Man versteift sich auf einen Schwerpunkt, der richtig erkannt wurde. Hierdurch bleiben jedoch gravierende Konsequenzen in anderen Bereichen unbeachtet.

*Vierter Fehler:* Unbedachte Nebenwirkungen. In eindimensionalem Denken befangen, geht man bei der Suche nach geeigneten Maßnahmen zur Systemverbesserung sehr „zielstrebig“, das heißt, geradlinig und ohne Verzweigungen vor. Nebenwirkungen werden nicht analysiert.

*Fünfter Fehler:* Tendenz zur Übersteuerung. Häufig wird zunächst sehr zögernd vorgegangen. Wenn sich dann im System nichts tut, greift man kräftig ein, um bei der ersten unbeabsichtigten Rückwirkung wieder komplett zu bremsen.

*Sechster Fehler:* Tendenz zu autoritärem Verhalten. Die Macht, das System verändern zu dürfen, und der Glaube, es durchschaut zu haben, führen zum Diktatorverhalten, das jedoch für komplexe Systeme völlig ungeeignet ist. Für diese ist ein „anschmiegsames Verhalten“, welches mit dem Strom schwimmend verändert, am wirkungsvollsten.

D. MEADOWS (1995, S. 21) vertritt die Ansicht, daß schon einfachste Lehrsätze der Systemanalyse genügen, um die öffentliche Diskussion über komplexe Sachverhalte qualitativ aufzubessern. Diese Überlegungen sind auch für das Fach „Geographie und Wirtschaftskunde“ wichtig, da sie als erste Auswahlkriterien für systemanalytische Begriffe und Fragestellungen dienen könnten. Zu diesem grundlegenden systemanalytischen Wissen gehören eindeutig die *acht Grundregeln der Kybernetik* (vgl. VESTER 1993, S. 86):

- „1. Negative Rückkopplung dominiert über positive in verschachtelten Regelkreisen.
2. Funktion ist unabhängig vom Mengenwachstum.
3. Funktionsorientierung statt Produktorientierung durch Produktvielfalt und -wechsel.
4. Jiu-Jitsu-Prinzip. Steuerung und Nutzung vorhandener Kräfte durch Energiekaskaden, -ketten und -koppelungen.
5. Mehrfachnutzung von Produkten, Verfahren und Organisationseinheiten.
6. Recycling unter Kombination von Einwegprozessen zu Kreisprozessen.
7. Symbiose unter Nutzung kleinräumiger Diversität.
8. Biologisches Grunddesign. Vereinbarkeit technischer mit biologischen Strukturen. Feedback-Planung und -Entwicklung.“

Anhand einiger aktueller wirtschaftlicher und politischer Themen kann man die Wirksamkeit dieser Regeln gut dokumentieren (zitiert aus MEADOWS 1995, S. 21f):

„Für die allermeisten Leute ist es so etwas wie eine Offenbarung, daß man ein Bestandsvolumen genausogut durch eine Reduzierung der Abflüsse wie durch eine Erhöhung der Zuflüsse vergrößern kann, daß sich also zum Beispiel wirtschaftlicher Reichtum durch Wartung und Reparatur alter Anlagen ebenso mehren läßt wie durch die Investition in neue Anlagen.

Auch über den Effekt nichtlinearer Beziehungen scheint man sich im allgemeinen nicht im klaren zu sein. Bei der öffentlichen Debatte über die Folgeschwere der Bodenerosion wird zum Beispiel immer noch übersehen, daß die Beziehung zwischen Bodentiefe und landwirtschaftlichem Ertrag keineswegs linear sein muß, daß eine leichte Erosion sich vielleicht kaum auswirkt, ein geringeres Mehr an Erosion den Ertrag jedoch bereits dramatisch reduzieren kann.

Hier noch einige weitere Begriffe und Überlegungen aus der Systemforschung, die für die Öffentlichkeit von unmittelbarem Belang sein dürften:

- *Die Verflechtung unserer Systeme:* Die Einsparung von Energie würde nicht nur eine finanzielle Ersparnis für den Verbraucher bedeuten, sie würde auch dazu beitragen, die Luftverschmutzung in den Städten, den sauren Regen, die Emission von Treibhausgasen, die Erzeugung radioaktiver Abfallstoffe, das Defizit in der Handelsbilanz und die Kosten für die Verteidigung des Persischen Golfs zu reduzieren –

## VERNETZTES DENKEN

und das wären nur einige der Folgewirkungen, die sich in den Systemen Wirtschaft und Umwelt bemerkbar machen würden.

- *Die verblüffende Durchschlagskraft von positiver Rückkopplung und exponentiellem Wachstum:* Die Bevölkerung Nigerias ist in den letzten fünfunddreißig Jahren von 43 Millionen auf 105 Millionen Menschen angewachsen. Bei gleichbleibender Veränderungsrate wird Nigeria in den nächsten fünfunddreißig Jahren um weitere 207 Millionen auf insgesamt 312 Millionen Menschen anwachsen – von 43 Millionen auf 312 Millionen in nur einem Menschenalter!
- *Große Bestände brauchen Zeit, um sich zu verändern:* Nach fünf Jahren *Perestrojka* hat sich an der deprimierenden wirtschaftlichen Lage in der ehemaligen Sowjetunion kaum etwas geändert. Man spricht bereits von einem Fehlschlag, weil man nicht begreift, daß es lange dauern kann, bis ein Land seine Produktionsmittel, seine ausgelaugten Böden und seine demoralisierten Arbeitskräfte wieder auf Vordermann gebracht hat.
- *Die Auswirkung von Verzögerungen auf die Rückkopplung:* Warum die Ölpreise gestiegen und wieder gefallen sind, und warum sie wieder steigen werden ...“

### 3. Kann man vernetztes Denken lehren und lernen?

#### a) Die drei Ebenen des Systemdenkens

Raumbezogenes Systemdenken muß auf verschiedenen Ebenen erfolgen, die bestimmte Qualifikationen und Komplexitätsstufen haben. Daher sollte man bei der methodischen Umsetzung darauf achten, kleine Teilzusammenhänge zusammenfassend darzustellen und erst, nachdem diese wirklich erfaßt wurden, auf einer höheren Ebene weiterzuarbeiten. H. KÖCK (1985, S. 16) unterscheidet drei Ebenen des Systemdenkens mit korrespondierenden geographiedidaktischen Einzelqualifikationen:

„So muß es darum gehen, den Schüler zu befähigen,

- auf der *systemanalytischen Ebene* vor allem zu erkennen, daß
  - kein Raumsachverhalt für sich alleine besteht,
  - jeder Raumsachverhalt zu anderen Raumsachverhalten in Wechselbeziehung steht,
  - Veränderungen eines Raumsachverhalts Auswirkung auf andere Raumsachverhalte und dadurch wiederum Rückwirkungen auf diesen selbst zur Folge haben,
  - Eingriffe in Raumsachverhalte nur in Kenntnis, Abwägung und Berücksichtigung der dadurch ausgelösten funktions- und strukturgesetzlichen Aus- und Rückwirkungen vorgenommen werden können,
  - u.a.m.;
- auf der *systemtheoretischen Ebene* vor allem zu erkennen, daß
  - jeder Raumsachverhalt selbst ein Wechselwirkungssystem ist,
  - als Raumsysteme verstandene Raumsachverhalte sich in einem dynamischen Fließgleichgewicht befinden,

- ein Raumsachverhalt nur dann voll erfaßt werden kann, wenn man die Gesamtheit der in ihm ablaufenden funktions- und strukturgesetzlichen Wechselbeziehungen miterfaßt,
- Eingriffe in Raumsachverhalte nur in Kenntnis und Berücksichtigung ihrer eigenen funktions- und strukturgesetzlichen Wechselwirkungen vorgenommen werden können,
- systemunangepaßte Eingriffe zu in der Regel irreversiblen Störungen des Systemgleichgewichts führen,
- der Systemzweck ‚Systemerhaltung‘ ambivalent ist, insofern es im primären Milieu einen erklärten Zweck Systemerhaltung nicht geben kann, gleichwohl aber Systemerhaltung abgestrebt wird, bzw. insofern es im sekundären (oder gemischt sekundären-primären) Milieu wohl ein erklärtes Ziel Systemerhaltung geben kann, dieses Ziel aber eben deshalb zugleich auch fragwürdig sein kann,
- u.a.m.;
- auf der **allgemeinsystemtheoretischen Ebene** vor allem zu erkennen, daß
- unterschiedliche Raumsachverhalte ähnliche/gleichartige funktions- und strukturgesetzliche Systembeziehungen aufweisen,
- die allgemeinsystemtheoretische Betrachtung der (geospärischen) Welt deren Komplexität reduziert, sie dadurch besser durchschaubar macht und somit einen denkökonomischen Zugriff auf die (geosphärische) Welt ermöglicht,
- u.a.m.“ (KÖCK 1985, S. 16).

#### **b) Analyse und Erstellung von Netzen**

Nach W. SYMADER (1995) läßt sich jedes mehrdimensionale Zusammenhangnetz mit zwei Fragetypen aufspannen. Mit einer Vorwärtsfrage: „Was passiert, wenn ...“ bzw. „Welche Konsequenzen hat ...“ (wichtig für Planung, angewandte Forschung etc.) und mit einer Rückwärtsfrage: „Was ist sonst noch für das und jenes verantwortlich? Welches sind die anderen steuernden Faktoren?“ Dabei ist jedes Netz grundsätzlich sinnvoll und identische Antworten können auf verschiedenen Hierarchieebenen auftauchen. Alle Antworten sollten so präzise wie möglich sein.

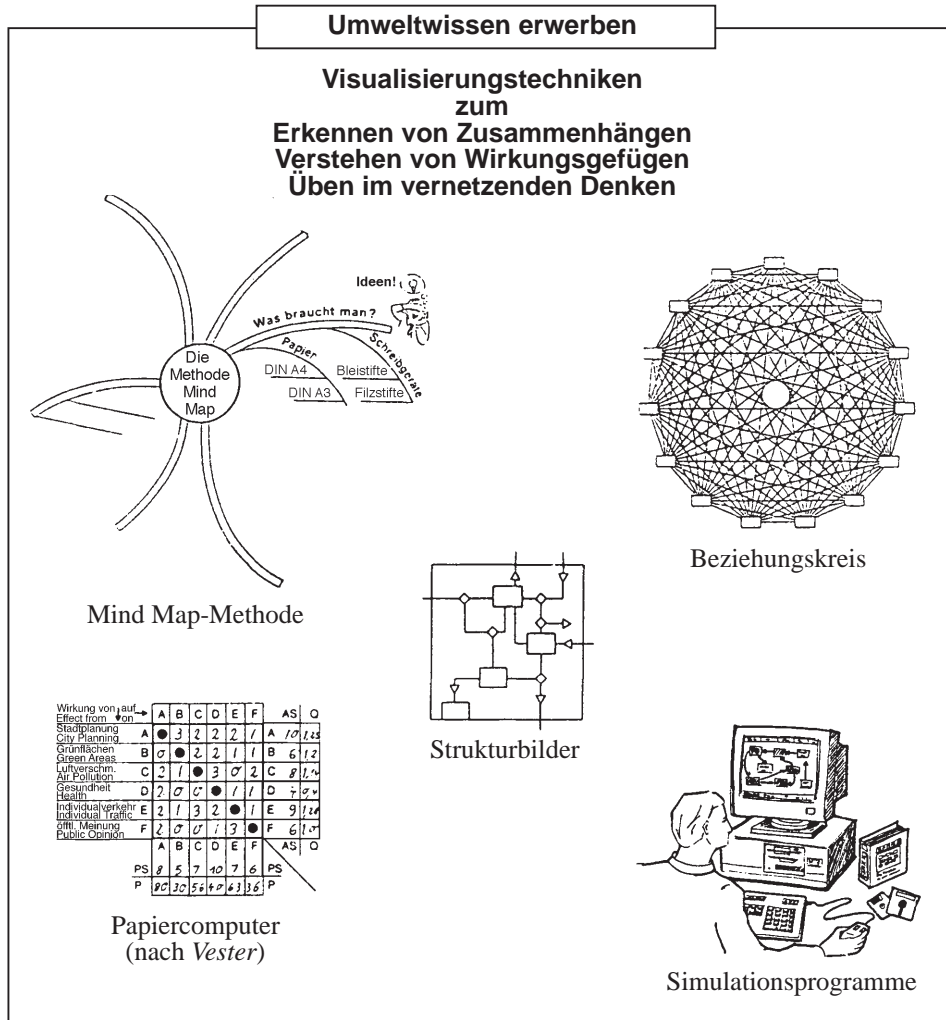
Auch die Methode der *Visualisierung* kann zum Verstehen von Vernetzungen beitragen. Grundsätzlich versucht man mit Hilfe von verschiedenen Schemata die Elemente und ihre Verknüpfungen überschaubar darzustellen. Das geschieht mit drei Typen von Darstellungen (HAGEL 1985, S. 19f):

- Mit Ablauf- und Flußdiagrammen,
- mit Strukturmodellen,
- mit Wirkungsschemata.

Für den Unterricht ist es günstig, Teil- oder Rohmodelle zu verwenden. Fertige Schemata haben einen geringen Motivationsgehalt!

Die Bedeutung der Visualisierungstechniken liegt im Zusammenspiel von sprachlichem und bildhaftem Denken. Abb. 2 zeigt Beispiele für solche Techniken. Eine gute Hilfe-

Abb. 2: Beispiele für Visualisierungstechniken zur Förderung des vernetzenden Denkens



Quelle: OBERMANN 1995, S. 8.

stellung bei der Erfassung und Steuerung dynamischer Systeme bieten Planspiele und Simulationen auf dem Computer. Beide Varianten gehen von einer Modellbildung der Wirklichkeit aus.

Das Ziel von *Planspielen* ist es, Erfahrungen im Verhalten eines dynamischen Systems zu sammeln. Bekannte Beispiele dafür sind das kybernetische Spiel „Ökopololy“ von F. VESTER u.a. sowie das Brett-Planspiel „Decision Base“, das die betriebswirtschaftlichen Abhängigkeiten und Vernetzungen sowie die Komplexität von Märkten verdeutlicht.

Die Hauptfunktion von *Simulationen* liegt hingegen in der Aufdeckung von Denkfehlern. Für den „Geographie- und Wirtschaftskunde“-Unterricht gibt es zum Beispiel Si-

mulationsprogramme wie „Geo-Lab“ oder geographische Modellbildungen wie „Modus“.

#### **4. Methodische und didaktische Schwierigkeiten bei der Vermittlung von vernetztem Denken**

##### ***a) Mangelnde Ideen verhindern die Erstellung eines Netzes***

Nach W. SYMADER (1995) ist der kritische Punkt im Lernprozeß bei der Vermittlung von vernetztem Denken die *Ideenfindung*. Grundsätzlich lassen sich viele Techniken nutzen, wie sie auch für das Kreativitätstraining entwickelt wurden. Zusätzlich haben sich – wie er ausführt – sechs Hinweise als besonders nützlich erwiesen:

- „Verlassen Sie früh Ihren eigenen Kompetenzbereich, in dem Sie sich als Fachmann zu Hause fühlen.
- Stellen Sie sich die Hilfsfrage: „Wie läßt sich etwas technisch nutzen?“
- Ähnlich hilft die Überlegung: Wenn ein Potential angeboten wird, dann gibt es auch meistens jemanden, der, oder etwas, das dieses Potential nutzt.
- Jedes Ding hat zwei Seiten, oder, nicht jede Konsequenz ist nur schlecht oder nur gut.
- Es empfiehlt sich, nicht nur Dinge zu berücksichtigen, die als Konsequenzen neu hinzukommen, sondern auch solche Gegebenheiten, die aufhören zu sein.
- Machen Sie aus der Sache ein Spiel und fragen Sie alle möglichen Fachleute, Ihre Freunde und Bekannten und die Mitglieder der Familie. Kleine Kinder sind häufig Fundgruben für offensichtliche Zusammenhänge, die der Fachmann übersieht.“

##### ***b) Gegebene Antworten unterscheiden sich in ihren Auswirkungen***

„Es gibt unterschiedliche Typen von Antworten, die sich als ‚entweder – oder‘, ‚sowohl – als auch‘, ‚unter der Voraussetzung, daß‘, ‚möglicherweise bzw. zwangsläufig‘ etikettieren lassen. Auch naturwissenschaftliche und psychologische Auswirkungen führen zu unterschiedlichen Bewertungen von Teilzusammenhängen. Diese Überlegungen zeigen, daß der Umgang mit Netzen geübt werden muß, wobei das Ausgangsziel, die Frage, was man mit dem Netz erreichen möchte, nicht aus den Augen verloren werden darf.“ (SYMADER 1995).

#### **5. Wozu brauchen wir vernetztes Denken in der Schule?**

Schule und zumeist auch Universitäten präsentieren die Welt als Anordnung von getrennten Elementen und nicht als großes vernetztes System, dessen Gesetzmäßigkeiten wir oft ignorieren, weil es die Grenzen der Fachdisziplinen und Unterrichtsfächer überschreitet. „Damit aber findet genau dort die Realität, wie sie ist, keinen Platz, und wir können immer weniger erwarten, daß aus jenen Schulen und Hörsälen die Lösung kommen wird, mit der wir unsere Wirklichkeit meistern können. Das, was den Fehlentscheidungen von Behörden, Planern, Politikern und Wirtschaftlern zugrundeliegt, ist also we-



## VERNETZTES DENKEN

der mangelnde Intelligenz des einzelnen noch Bösartigkeit, sondern wahrscheinlich hauptsächlich jenes durch die Art unserer Ausbildung vermittelte einseitige Verständnis der Wirklichkeit, das Fehlen von Grundkenntnissen der Systemgesetzmäßigkeiten, die die Befähigung geben würden, das Verhalten eines Systems und damit seine Überlebensfähigkeit zu beurteilen.“ (VESTER 1983, S. 9f).

### Literaturhinweise

BATESON, G. (1990): *Ökologie des Geistes*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp Verlag.

Der Autor zeigt vor allem im Kapitel VI „Krisen in der Ökologie des Geistes“ den Einfluß der Kybernetik auf unser Handeln und unsere Verhaltensweisen auf. Er analysiert die eigentlichen Wurzeln der ökologischen Krise und entwickelt eine Definition für eine gesunde Ökologie der menschlichen Zivilisation. Empfehlenswert für alle, die an der Frage nach der Dialektik von Erkenntnis- und Umweltstrukturen interessiert sind.

DE ROSNAY, J. (1977): *Das Makroskop*. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt.

Zeigt auf, warum wir für die Planung der Zukunft eine ganzheitliche Erfassung der Wirklichkeit benötigen.

FÄRBINGER, P. (1993): *Spielend planen*. In: *Die Industrie* Nr. 45, Nov. 1993, Wien, S. 10–14.

Beschreibt die Möglichkeiten, unsere komplexe Umwelt mit Computersimulation zu erfassen und Folgewirkungen von Lösungsansätzen zu erkennen.

HAGEL, J. (1985): *Möglichkeiten der Darstellung von Systemen im Geographieunterricht*. In: *Geographie und Schule*, 7. Jg., Heft 33, Köln: Aulis Verlag, S. 19–28.

Erfahrungsbericht über Möglichkeiten, Vorteile und Probleme beim Einsatz von diagrammartigen Abbildungen zur Behandlung von Systemen im Schul- und Hochschulunterricht.

KÖCK, H. (1985): *Systemdenken – geographiedidaktische Qualifikation und unterrichtliches Prinzip*. In: *Geographie und Schule*, 7. Jg., Heft 33, Köln: Aulis Verlag, S. 15–19.

Der Autor macht es sich zur Aufgabe, den Aufbau der Fähigkeit zum Systemdenken im Geographieunterricht auf seine methodischen Konsequenzen zu untersuchen.

MEADOWS, Donella, MEADOWS, Denis und J. RANDERS (1992): *Die neuen Grenzen des Wachstums*. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt.

Folgerwerk des 1973 erschienenen Buches „Grenzen des Wachstums“. Neben der Hochrechnung einer Systemanalyse aktuellster globaler Daten und möglicher Lösungsstrategien ist vor allem das Kapitel über das exponentielle Wachstum und seine Grenzen methodisch interessant. Im Anhang befindet sich auch ein Glossar über wichtige Begriffe der Systemforschung.

MEADOWS, Donella (1995): *Die veruntreute Erde. Ökologie im Alltag*. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt (Edition „Bild der Wissenschaft“).

Die Systemforscherin zeigt anhand verschiedener ökologischer Probleme die Zusammenhänge zwischen globalem Denken und lokalem Handeln auf. Das Buch ist eine Sammlung von Leitartikeln, die interessierten Laien eine Einführung in die Systemanalyse geben; auch für Oberstufen-SchülerInnen bestens geeignet.

OBERMANN, H. (1995): *Landschaftsökologie in der Schulpraxis*. In: *Praxis Geographie*, 25. Jg, Heft 2, Braunschweig: Westermann-Verlag, S. 4–9.

Grundsatzartikel über Landschaftsökologie im Geographieunterricht mit anschaulichen Graphiken zum Systemdenken als unterrichtliches Prinzip.

SIX, R. (1995): *Bodenerosion durch Wasser-Modellversuche*. In: *Praxis Geographie*, 25. Jg, Heft 2, Braunschweig: Westermann-Verlag, S. 26–32.

Gut dokumentiertes Fallbeispiel zur Strukturierung eines Themas mit der Mind-Map-Methode.

SYMADER, W. (1995): Zusammenfassung wichtiger Punkte der Lehrveranstaltung „Vernetztes Denken“. Unveröffentlichtes Manuskript. Trier.

Darlegung der methodischen und didaktischen Grundprinzipien dieser Lehrveranstaltung.

VESTER, F. (1983): Unsere Welt – ein vernetztes System. München: dtv-Verlag.

Anhand von vielen Beispielen erläutert der Autor die Steuerung von Systemen in der Natur und durch den Menschen; auch für Oberstufen-SchülerInnen geeignet.

VESTER, F. (1993): Neuland des Denkens. Vom technokratischen zum kybernetischen Zeitalter. München: Deutscher Taschenbuch-Verlag.

Das Standardwerk über kybernetisches Denken!

„Wir denken noch wie vor 20.000 Jahren“. Interview mit Wolfhard SYMADER. In: Focus, Nr. 27/1994, S. 66f.

Plädoyer für vernetztes Denken auch in Seminaren der Universitäten.

### **Sonstige zitierte Literatur**

BERTALANFFY, L. v. (1951): Problems of General System Theory. In: Human Biology 23, S. 302–312. – DÖRNER, D. (1975): Psychologisches Experiment: Wie Menschen eine Welt verbessern wollten. In: Bild der Wissenschaft 12/1975, S. 48–53. – FORRESTER, J. W. (1971): Der teuflische Regelkreis. Stuttgart. – KLAUS, D. (1985): Allgemeine Grundlagen des systemtheoretischen Ansatzes. In: Geographie und Schule 7 (33), S. 1–8. – MEADOWS, D. L., MEADOWS, D. H., ZAHN, E. und P. MILLING (1973): Die Grenzen des Wachstums. Hamburg. – MESAROVIC, M. und E. PE-  
STEL (1974): Menschheit am Wendepunkt. Stuttgart. – WIENER, N. (1948): Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine. New York.

Manuskript abgeschlossen: 1996

*Maria Hofmann-Schneller*