

Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Kiel 1977 (1978):

Netzdenken in der Ökologie

(Kurzfassung)

Gerhard Schaefer

Thinking in networks is undoubtedly one of the most essential aims of environmental education. This kind of thinking has to supplement the linear causal thinking which is largely being trained at school by physics and chemistry and is appropriate only to highly simplified systems.

Thinking in networks requires concepts that are in themselves multi-dimensional. It is shown that a network of concepts can originate by logic relationships (system/part relationships and superordinate/subordinate relationships) forming an "epistemic structure". Cybernetic concepts play an important role in developing such a network ("vertical understanding"). On the other hand, a network of concepts exists also on a merely associative level. Here again cybernetic concepts have a high interdisciplinary power, if they are taught in different subject contexts and thus enriched with a high variety of associations.

1. Einleitung

Viele Fehler, die in den vergangenen Jahrzehnten im Bereich der Politik, Wirtschaft, Technik und des Bildungswesens augenfällig gemacht wurden, scheinen darauf zu beruhen, daß Menschen auf Grund von Bequemlichkeit oder auf Grund des Bedürfnisses nach Überschaubarkeit und Sicherheit ihres Lebensraumes dazu neigen, ihre "Merk- und Wirkwelt" stark einzuengen. Damit in Zusammenhang steht offensichtlich die Gewohnheit, in *linearen Wirkungsketten* zu denken statt in komplexen Wirkungsnetzen, die uns ja eigentlich umgeben. Eine empirische Studie von DÖRNER (1976) zu diesem Problembereich bestätigt das. Das Denken in linearen Wirkungsketten wird auch in der Schule sehr stark von der Physik und der Chemie her unterstützt, die eben wegen dieser Denkweise als "exakt" (mathematisierbar) angesehen werden und die für die von ihnen betrachteten, stark eingeengten Systeme eine hohe prognostische Aussagekraft entwickelt haben.

Es gilt heute, spätestens seit DÖRNERs Untersuchung, als allgemein bekannt, daß Ökosysteme auf Grund ihrer hohen Komplexität mit linear kausaler Denkweise nicht zu erfassen sind und daß für sie neue Methoden des "Netzdenkens" entwickelt werden müssen. Die Schule hat hier eine wesentliche Aufgabe, solche Methoden frühzeitig einzuführen und die jungen Menschen im Netzdenken zu üben. Im folgenden soll auszugsweise über entsprechende didaktische Ansätze berichtet werden.

2. Das logische Netzdenken

Begriffe bestehen aus einem *logischen Kern*, einem *Namen* und einem *assoziativen Umfeld* (SCHAEFER 1978a, b). Der logische Kern, oft auch einfach die "Bedeutung" des Namens genannt, läßt sich durch Definition erfassen. In solchen Definitionen erscheinen ziemlich regelmäßig folgende Elemente:

- a. Beispiele für den Begriff
- b. Oberbegriffe, von denen der genannte Begriff einen Sonderfall darstellt
- c. Bestandteile des Systems, das mit dem Begriff erfaßt wird
- d. Übergeordnete Systeme, von denen das mit dem Begriff erfaßte System nur ein Teil (Untersystem) ist
- e. Negationen (Abgrenzungen gegen andere Begriffe).

Diese Definitionselemente lassen sich zu zwei Relationen zusammenfassen:

- I. Zu der Teil-Ganzes-Relation (c, d).
- II. Zu der Oberbegriff-Unterbegriff-Relation (a, b).

e gilt für beide Relationen als ausschließende Beziehung (...ist nicht Oberbegriff von ..., ...ist nicht Beispiel für ..., ...ist nicht in ... enthalten, ...ist nicht Obersystem von ...).

Relation I faßt Begriffe nach steigender / fallender Komplexität der Systeme zusammen. Den Begriff Ökosystem "verstanden" haben, heißt hier: Ökosysteme einerseits aus ihren Bestandteilen (abiotische Elemente, Produzenten, Konsumenten, Reduzenten) zusammengesetzt und andererseits selbst wiederum als Bestandteile des umfassenderen Systems "Biosphäre" denken. Diese Art des Verstehens, die in allen heutigen Schulbüchern vorherrscht, wird von GREENO (1977) *implizites Verstehen* genannt. Es ist ein Verstehen "am Objekt selbst", mit dem Ergebnis: Das Objekt ist so und so gebaut und verhält sich auf Grund seiner eigenen spezifischen Elemente und auf Grund seiner Stellung im Gesamtsystem so und so ...

Relation II faßt Begriffe nach steigender / fallender Abstraktheit zusammen. Oberbegriffe sind abstrakter, Unterbegriffe konkreter. Die Eigenschaftsmenge eines Oberbegriffs ist in den Eigenschaftsmengen seiner Unterbegriffe als Untermenge enthalten. Den Begriff Ökosystem "verstanden" haben, heißt hier: Einerseits Beispiele (Sonderfälle) von Ökosystemen nennen können, wie z.B. Wald, See, Moor usw., andererseits den richtigen Oberbegriff angeben können, von dem das Ökosystem selbst wiederum ein Sonderfall ist (z.B. "Direktes Rückwirkungssystem ohne spezielle Informationsbahnen"). Diese Art des Verstehens, die in den bisherigen Schulbüchern wohl im morphologisch-systematischen Bereich gepflegt wird, aber im funktionellen Bereich deutlich unterrepräsentiert ist, wird von GREENO *explizites Verstehen* genannt. Es ist ein Verstehen "vom Objekt weg" durch Vergleich mit ganz anderen Objekten; mit dem Ergebnis: Das Objekt ist ähnlich wie ... und ganz anders als ..., es gehört daher zur Klasse der ...

Eine Form des Netzdenkens besteht nun darin, daß man Begriffe gemäß den *beiden* genannten Relationen einordnet, daß man sie in ein "epistemisches Netz" bringt. Dieses hat DÖRNER (1974) als dreidimensionales Schema veranschaulicht, in dem die Komplexitätsachse waagrecht und die Abstraktionsachse senkrecht gewählt wird. Das implizite Verstehen wird darin zum "waagerechten Verstehen" und das explizite zum "senkrechten Verstehen".

Kybernetik als die "abstrakte Wissenschaft von den dynamischen Systemen" leistet im Schulunterricht einen nachgewiesenen Beitrag zum Aufbau dieses Netzes in der Biologie. Abstrakte Denkfiguren wie der "Regelkreis", der "Aufschaukelungskreis" und der "Konkurrenzkreis", dargestellt durch abstrakte Pfeildiagramme 2. Stufe (Systematik nach SCHAEFER 1972a, b), stellen wirksame Oberbegriffe für eine Fülle biologischer, aber auch nicht-biologischer Phänomene dar, so daß durch Einbau kybernetischer Inhalte in den Biologieunterricht das explizite ("vertikale") Verständnis der Begriffe verbessert wird. Man kann sagen: Durch Unterricht in Biokybernetik wird die epistemische Struktur im Schüler (das logische Begriffsnetz) erweitert und der Schüler dadurch befähigt, fachübergreifend zu denken. Diese Art von *logischem Netzdenken* kommt jedem Problemfeld zugute, das fachübergreifend strukturiert ist und daher fachübergreifendes Denken und Transfer erfordert, wie z.B. dem Lösen von Umweltproblemen mit ihren biologischen, chemischen, meteorologischen, wirtschaftlichen, sozialen und politischen Komponenten.

3. Das assoziative Netzdenken

Wie umfangreiche Untersuchungen zeigen (SCHAEFER 1972a, 1976, 1978a, b; EULEFELD u. SCHAEFER 1974), haben Begriffe im täglichen Leben nicht nur einen Stellenwert im Rahmen des logischen Netzdenkens, sondern mindestens ebenso bedeutsam ist ihre Wirksamkeit im Rahmen eines *assoziativen Netzdenkens*, das sich in ihrem "assoziativen Umfeld" abspielt. Zum Begriff Ökosystem fallen Schülern nicht nur Elemente des *logischen Kerns* wie Produzenten, Konsumenten, Biosphäre, Wald, See, Direktes Rückwirkungssystem ohne spezielle Informationsbahnen usw. ein, sondern auch ganz andere Phänomene, die mit dem Begriff Ökosystem irgendwann einmal auf Grund eines "zufälligen" (nicht systematisch-logischen) zeitlichen Zusammentreffens assoziiert wurden. So werden zum Begriff Ökosystem z.B. Phänomene wie "Straßenlaterne", "blau", "Agfa" u.a. genannt, deren Zusammenhang zu dem genannten Begriff erst aus der persönlichen Vorgeschichte der Testperson ersichtlich wird, die aber offensichtlich den Begriff Ökosystem assoziativ "umhüllen" und ihm eine bestimmte Färbung und Nuance verleihen.

Es hat sich bei den bisherigen Untersuchungen herausgestellt, daß das assoziative Umfeld biologischer Begriffe - trotz aller Zufälligkeiten der Einzelassoziationen - jeweils eine gesetzmäßige Verteilung auf bestimmte Kategorien aufweist. Diese Verteilung ist zwar relativ stabil, läßt sich aber durch einen gezielten Unterricht verändern. So ist der Anteil ökologischer Assoziationen zum Begriff Gleichgewicht bei Schülern auffallend gering, läßt sich aber durch die Unterrichtseinheit "Biologisches Gleichgewicht" des IPN (EULEFELD u. SCHAEFER 1974) stark vergrößern. Die Verschiebung erfolgt hier nur zu einem geringen Teil aus der physikalisch-technischen Kategorie heraus, die einen relativ hohen und konstanten Anteil aller Assoziationen ausmacht, sondern mehr von der Kategorie des Körpergleichgewichts her. Die Verschiebung ist auch noch ein Jahr nach dem Unterricht (abgeschwächt) nachweisbar. Diese Unterrichtseinheit benutzt Elemente der Kybernetik zur Begriffsbildung in der Biologie. Wie in Abschnitt 2 ausgeführt, haben kybernetische Begriffe als Oberbegriffe eine Bedeutung beim Aufbau eines *logischen* Netzdenkens. Es ist aber offensichtlich geworden, daß sie auch eine Bedeutung für das *assoziative* Netzdenken haben: Über kybernetische Begriffe als "assoziative Brücken" werden Verknüpfungen zu ganz anderen Erfahrungsbereichen des Schülers hergestellt, die mit dem betreffenden Sachverhalt "eigentlich" (logisch) nichts zu tun haben, die aber das Handeln des Schülers wesentlich mitbeeinflussen.

4. Schlußfolgerungen

Es scheint für die Ausbildung in Ökologie von eminenter Bedeutung zu werden, das assoziative Netzdenken mit zu berücksichtigen, damit die häufigen Aussprüche von Schülern "Das ist doch keine Biologie mehr!" (gemeint ist der Einbau chemischer, physikalischer, mathematischer oder soziologischer Betrachtungen in die Analyse eines Ökosystems) in Zukunft verschwinden. *Bevor* der Mensch denkt und den logischen Kern von Begriffen überhaupt für sein Handeln verwendet, handelt er in der Regel assoziativ.

Das Handeln wird normalerweise auf die jeweilige Umgebung hin eingestellt: In einer wissenschaftlich-logischen Umgebung (Unterricht, Prüfung, Hochschulstudium, Forschung, Technik) spielt der logische Kern der gelernten Begriffe die wichtigste Rolle; dort wird er assoziativ erinnert und, da er bedeutsam für das Bestehen in dieser Umgebung ist, auch angewandt. Sobald aber der Schüler aus diesem logischen Milieu heraustritt und sich in dem komplexen Netzwerk des täglichen Lebens aufhält, spielt offensichtlich das assoziative Umfeld seiner Begriffe eine wachsende Rolle. Dort muß sich eben der Ingenieur auch mit biologischen Problemen, der Philosoph mit den physikalischen Gegebenheiten unserer Welt und der Politiker mit ökologischen Fragen auseinandersetzen. Die Vielfächerigkeit unseres bisherigen Schulsystems hat es offenbar nicht vermocht, ein breit angelegtes *logisches* oder ein reichhaltiges *assoziatives* Netzdenken aufzubauen. Es scheint, als ob dies nur *innerhalb* jedes einzelnen Faches geschehen kann. Mit anderen Worten: Der Biologieunterricht selbst muß das Netzdenken üben, indem er, soweit das zeitlich eben möglich ist, *fächerintegrierend* vorgeht. Die Biokybernetik bietet dazu offensichtlich einen geeigneten Ansatz.

Literatur

a) Ausführlichere Darstellung des Themas

- SCHAEFER G., 1976: Was ist Wachstum? Eine empirische Untersuchung zur Begriffsbildung. In (Ed. G. Schaefer, G. Trommer, K. Wenck): Wachsende Systeme. - Leitthemen 1/76. Braunschweig (Westermann).
- 1978a: Kybernetik im Biologieunterricht. Unterricht Biologie 21:2-10.
 - 1978b: Concept formation in biology. I. The concept "growth". Eur. J. Sci. Educ. 1 (im Druck).

b) Weitere zitierte Literatur

- DÖRNER D., 1974: Kognitive Struktur und Information. Aufsatz, vorgelegt auf der Arbeitstagung "Struktur und Information als Determinanten von Lehr- und Lernprozessen" der Dt. Ges. f. Kyb. (Bad Homburg 7./8.10.1974).
- 1976: Psychologisches Experiment: Wie Menschen eine Welt verbessern wollten und sie dabei zerstörten. Bild der Wiss.: 48-53.
- EULEFELD G., SCHAEFER G., 1974: Biologisches Gleichgewicht. Unterrichtseinheit f. d. Klassen 6 bis 8. Köln (Aulis).
- GREENO H.G., 1977: Analysis of understanding in problem solving. Aufsatz, vorgelegt auf dem Workshop "Developmental Models of Thinking" (Kiel IPN 11.-14.9.1977).
- SCHAEFER G., 1972a: Kybernetische Konzepte als Instrumente für die Begriffsbildung in der Biologie. Kiel (IPN), Polykopierte Fassung.
- 1972b: Kybernetik und Biologie. Stuttgart (Metzler).

Adresse

Priv.-Doz., OSTD. Dr. Gerhard Schaefer
IPN an der Universität Kiel
Olshausenstraße 40-60
D-2300 Kiel

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie](#)

Jahr/Year: 1978

Band/Volume: [7_1978](#)

Autor(en)/Author(s): Schaefer Gerhard

Artikel/Article: [Netzdenken in der Ökologie \(Kurzfassung\) 455-457](#)