

## Oficialaj Sciigoj de TAKIS

- Tutmonda Asocio pri Kibernetiko, Informadiko kaj Sistemiko -

Prezidanto: Prof. Ing Aureliano CASALI, San Marino (RSM)

Ĝenerala Sekretario: D-ro Dan MAXWELL, Utrecht (NL)

Adreso: Dr. D. Maxwell, p.a. BSO/Research, poŝtkesto 8348, NL-3603 RH Utrecht

*Protokolo de la kunsido en San Marino en la restoracio LA GROTTA*

Dimanĉon, la 4-an de Septembro 1988, 20:40 la deĵoranta vicprezidanto de TAKIS, Prof. d-ro Helmar FRANK, malfermis la kunsidon. Ankaŭ ĉeestis TAKIS membroj d-ro Reinhard FÖSSMEIER, d-ro Dan MAXWELL, S-ino Marina MICHELOTTI kaj Prof. d-ro Hans-Dietrich QUEDNAU.

Kelkaj membroj konstatis ke necesas iom plibonigi la organizadon de estontaj kongresoj en San Marino; oni evitu konfliktojn kun SUS aranĝoj; la teksto de la anoncoj estu ne nur itallingva. Oni decidis serĉi taŭgan personon kiu povus subteni la laboron de TAKIS prezidanto Casali surloke.

La plej grava punkto sur la tagordo estis la datoj kaj lokoj de venontaj INTERKIBERNETIK kongresoj. Oni konstatis ke la INTERKIBERNETIK kongreso ne okazu en 1989 pro la jam planata kongreso de AIC (Association Internationale de Cybernétique) en Namur. TAKIS prezidanto Casali estis jam anoncinta ke li pretus organizi kongreson en San Marino ĉiun duan jaron, sed tia propono estigus konflikton kun la trijara ritmo de AIC. Prof. Frank tial proponis ke INTERKIBERNETIK okazu en San Marino ĉiun trian jaron, kaj tiel restus unu jaro en la tri-jara ciklo pro „vaganta” kongreso en la serio: Budapeŝt, Tarragona, ...ktp. D-ro Maxwell proponis ZAGREB kiel urbon por la venonta vaganta kongreso. Estis decidita, ke tiu kongreso okazu aŭ en 1990 aŭ en 1991, depende de la deziro de organizantoj (la posta telefona decido estis ke INTERKIBERNETIK okazu en Zagreb en 1990 kaj San Marino en 1991).

Per unuanima voĉdono oni decidis nuligi la poŝtĉekkontonon Berlino favore al la jam ekzistanta subkonto de AIS: „Subkonto TAKIS” de la poŝtgira konto 2051-305 de la Adademia Internacia de la Sciencoj (AIS) San Marino, ĉe poŝtgiro-oficejo Hannover (D) bankkodo (BLZ) 250 100 30.

Anonco: Komence de la jam anoncita (grkg/H. 4/1988) Konferenco de la „12<sup>e</sup> Congrès International de Cybernétique” en Namur (B), 1989-08-21/25 la TAKIS-anoj kunsidos en la Vegetara-ekologia Restoracio en Namur, lunde, 1989-08-21, vespere 20 h.

## Soziale Systeme im Informations- und Energiefluß

Beiträge zu einer Theorie der Strukturbildung (2)

von Dietrich FLIEDNER, Saarbrücken (D)

aus der Universität des Saarlandes, Fachrichtung Geographie

### 1. Einleitung

Im 1. Beitrag zur Theorie der Strukturbildung (Fliedner, 1988) wurde anhand ausgewählter Prozeßsequenzen darzulegen versucht, wie sich der der Entropie entgegenwirkende Informations- und Energiefluß in einer idealen Population - repräsentiert durch das Basissystem - anordnet. Durch Transformationsgleichungen wurde die Aussage untermauert.

Nun ist jede Population ihrerseits in einen Informations- und Energiefluß eingebunden und muß sich dem als gegebenes Gebilde in seiner Struktur anpassen. Dazu ist das - auch hier als Modell zu verwendende - Basissystem in seine Einzelglieder, die ja alle betroffen sind, aufzulösen und nach Aufnahme der Energie wieder zusammenzufügen. Dies gilt sowohl für strukturverändernde als auch für strukturhaltende Prozesse (auch diese sind als strukturverändernde Prozesse, wenn auch niederer Ordnung, anzusehen).

### 2. Die Verknüpfungsprozesse

#### 2.1 Die Population als Bestandteil übergeordneter Systeme

Auch die „Menschheit als Gesellschaft” ist als ein Nichtgleichgewichtssystem zu interpretieren, auf höherer Ebene; die sozialen Populationen sind dann Subsysteme. (vgl. Fliedner, 1988, Kap. 1.2.; 4.).

In dieser Eigenschaft - betrachtet man sie zunächst undifferenziert - sind die Populationen Glieder von Systemaggregaten, also Gleichgewichtssystemen. Dasselbe gilt für die Elemente im Basissystem, die sich zunächst als Glieder von Elementaggregaten auffassen lassen. Es ergibt sich so ein zweistöckiger Aufbau, in dem Nichtgleichgewichts- und Gleichgewichtssysteme abwechseln (Menschheit als Gesellschaft - Systemaggregat - Population - Elementaggregat).

Die Anregung erreicht die Population also über ein Gleichgewichtssystem. In ihm gibt es nur Informations- und Energiefluß, d.h. das vertikale Feld. Populationen bzw. Basissysteme sind Nichtgleichgewichtssysteme, und in ihnen sind ja vertikales und horizontales Feld getrennt, der inner-systemische Ablauf der Prozesse ist eigenständig (vgl. Fliedner, 1988, Kap. 1.3.). Daraus resultieren vier Außenkontaktstellen, Interfaces, über die sich das Basissystem an die zwei Umweltkontaktstellen „andocken” muß.

## 2.2. Die Transformationsgleichungen

Auch dieses Problem des Anschlusses des Systems an die Umwelt läßt sich auf geometrischem Wege angehen; so kann man die Aufgabe durch eine viermalige Drehung des Koordinatensystems des Basissystems um jeweils  $90^\circ$  um seinen Ursprung lösen, so daß nacheinander die Quadranten I, IV, III und II durchlaufen werden (Tab. 1). Auf diese Weise können die Formeln des Basissystems in alle nötigen Kombinationen gebracht werden. Die vier einzelnen Teilprozesse knüpfen jeweils an die Ergebnisse der vorhergehenden an. Es handelt sich also um eine Art Kreisprozeß mit mathematisch negativem Drehungssinn (vgl. dagegen Fliedner, 1988, Kap. 2.3.,a).

$$\begin{aligned} y' (P) &= y; & x' (P) &= x \\ y' (K) &= -x; & x' (K) &= y \\ y' (R) &= -y; & x' (R) &= -x \\ y' (E) &= x; & x' (E) &= -y \end{aligned}$$

$y', x'$  der Umwelt angepaßte Koordinaten;  $y, x$  Koordinaten des Basissystems; P, K, R, E Bezeichnung der Hauptverknüpfungsprozeßstadien; Kap. 3.0.)

Tab. 1: Die der Einbindung des Basissystems in den übergeordneten Informations- und Energiefluß zugrundeliegenden Transformationen

## 2.3. Die Struktur der Verknüpfungsprozesse

Mit jedem „Andocken“ vollziehen sich im Basissystem strukturelle Anpassungen; durch sie können die Anregungen aufgenommen und verarbeitet werden. Hierbei kommt dem hierarchischen Aufbau der Systeme und daraus folgend der exponentiellen Entwicklung der Prozesse eine Schlüsselrolle zu.

### (2.3.1.)

Der Informationsfluß erfolgt im vertikalen Feld (vgl. Fliedner, 1988, Kap. 1.3.) von oben nach unten, die Zahl der Grundprozesse  $g$  und ihrer Teilprozesse nimmt von Bindungsebene zu Bindungsebene positiv-exponentiell zu (Kap. 3.2.), in diskreter Schreibweise:

$$g_n = g_{n-1} \cdot k;$$

die Energie fließt umgekehrt von unten nach oben, die Zahl der Prozesse nimmt negativ-exponentiell ab (Kap. 3.4.):

$$g_n = \frac{g_{n-1}}{k}$$

( $k$  = Verzweigungskonstante).

Im horizontalen Feld werden Schritt für Schritt die Bindungsebenen mit ihrem Informations- bzw. Energiefluß freigelegt bzw. zusammengeführt, auch dies in positiv- resp. negativ-exponentieller Folge (Kap. 3.1. und 3.3.).

### (2.3.2)

Die Grundprozesse regulieren, wie besprochen (vgl. Fliedner, 1988, Kap. 2.), Informations- und Energiefluß im Basissystem. Sie lassen sich (in der 2., 3. und 4.

Bindungsebene; vgl. Fliedner, 1988, Kap. 2.3.,b,c,d) zu höheren Prozeßeinheiten zusammenfügen, indem sie in zwei Stufen jeweils spiegelbildlich aneinandergeschaltet, d.h. gefaltet werden (entsprechend dem früher besprochenen Code; vgl. Fliedner, 1988, Kap. 1.3.). Wir nennen diese Prozesse Verknüpfungsprozesse. Auch hier wollen wir vorerst die strukturerhaltenden Prozesse behandeln.

Der Entfaltung liegt die beschriebene exponentielle Beziehung zugrunde (Kap. 2.3.1.), mit dem Verzweigungsfaktor  $k = 2$ . Es sind zwei Schritte zu vollziehen (Kap. 2.4.). Beim ersten Schritt in der Hierarchie abwärts (Verzweigung) werden die Werte  $n = 1 \dots 2$ , beim zweiten Schritt  $n = 1 \dots 4$  angenommen. Beim entgegengerichteten Faltungsvorgang ist die Reihenfolge der Schritte umgekehrt. Faltung und Entfaltung vollziehen sich in einer gegebenen gleichbleibenden Elementmenge.

Im Rahmen der Prozeßtheorie müssen diese Vorgänge aber noch genauer betrachtet werden.

## 2.4. Grund- und Verknüpfungsprozeßmodul

### (2.4.1.)

Die einzelnen Glieder der viergliedrigen Grundprozesse sind mathematisch entsprechend der Position im übergeordneten Zusammenhang ganz unterschiedlich zu definieren (vgl. Fliedner, 1988, Kap. 3.1. bis 3.4.). Als Bestandteil hierarchisch angeordneter Systemverbände ist der Grundprozeß aber in immer derselben Weise eingebunden (ausführlicher Kap. 2.5.): Er empfängt im 1. Teilprozeß die Anregung vom übergeordneten System (Perzeption) und führt sie im 3. Teilprozeß nach unten, in das hierarchisch untergeordnete Element- oder Systemaggregat weiter (Regulation); im 2. Teilprozeß wird die Anregung aus dem vorhergehenden Prozeß auf das System umgestellt (Determination), im 4. Teilprozeß dagegen an den in der Sequenz folgenden Prozeß weitergegeben (Organisation).

Man kann dies in einem graphischen Schema einfach darstellen, indem man durch Pfeile die Herkunft der Anregung (von oben aus der übergeordneten Umwelt, von vorher im System) und deren Weitergabe (nach unten zu den Elementen oder Subsystemen, nach außen zum nachgeordneten Prozeß) einzeichnet. Es ist dann möglich, diese Sequenz zu komplexeren Gebilden zusammenzufügen (Kap. 4.). Das Modell sei als Grundprozeßmodul bezeichnet (Bild 1).

Die Teilprozesse in diesem Sinne, als Glieder von Verknüpfungsprozessen, sollen im folgenden mit den Kleinbuchstaben  $s, t, u$  und  $v$  gekennzeichnet werden (im Gegensatz zu den Teilprozessen des Grundprozesses; vgl. Fliedner, 1988, Kap. 3.0.).

### (2.4.2.)

Im Zuge der Verknüpfungsprozesse erfolgt in den jeweils letzten Stadien ( $v$ ) des vorhergehenden und den jeweils ersten ( $v$ ) des nachfolgenden (bei der Faltung umgeklappten) Grundprozesses die Übertragung der Anregung. Diese „Scharnierstadien“ decken sich im Zeitablauf, so daß Induktions- und Reaktionsprozeß jeweils sieben, der ganze Verknüpfungsprozeß dreizehn Stadien besitzt, entsprechend der (diskreten) Beziehung

$$y_n = 2y_{n-1} - 1$$

(Ausgangswert  $y_0 = 4$ )

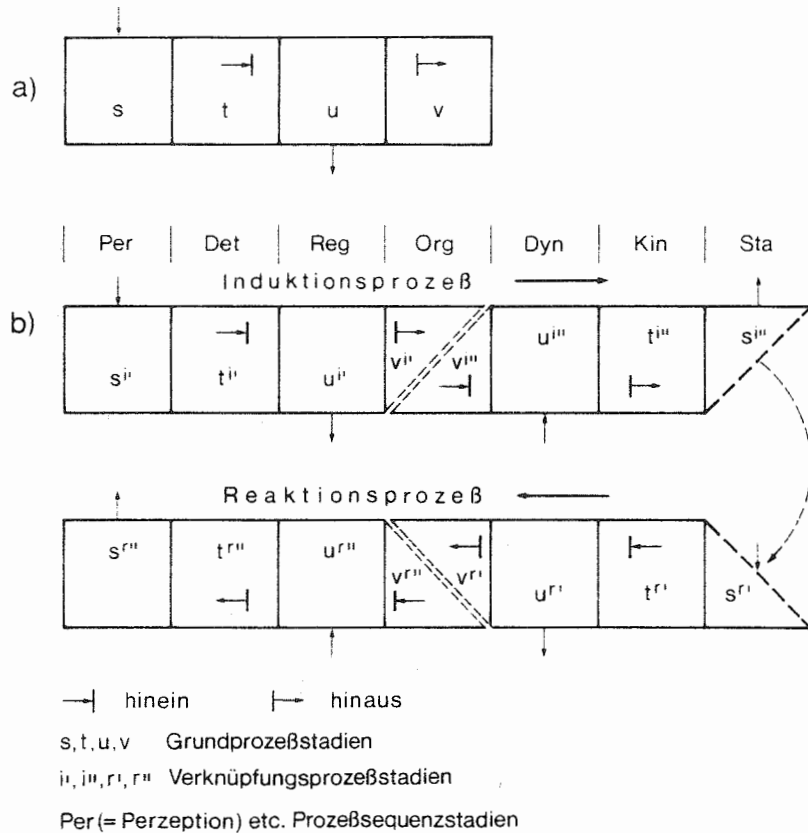


Bild 1: Grundprozeßmodul (a) und Verknüpfungsmodul (b) (vgl. Text Kap. 2.4. und 2.5.)

Man kann die Prozesse im vertikalen und horizontalen Feld in einem graphischen Modell, aufbauend auf dem Grundprozeßmodul, miteinander kombinieren (Bild 1).

Um die Grundprozeßstadien im Verknüpfungsmodul sichtbar machen zu können, seien auf dem Bild die Induktionsprozesse durch ein hochgesetztes  $i$ , die Reaktionsprozesse durch ein hochgesetztes  $r$ , die erste bzw. zweite Hälfte dieser Prozesse zusätzlich durch Striche markiert; so bedeutet  $s^i$  das Perzeptionsstadium im Induktionsprozeß.

Dieses Modell sei als Verknüpfungsmodul bezeichnet. Es läßt sich zu höheren Systemeinheiten zusammensetzen, so daß man sich den Informations- und Energiefluß im Induktions- und Reaktionsprozeß eher klar machen kann (Beispiel Bild 2).

## 2.5. Die Stadien des Verknüpfungsprozesses

Anhand des Moduls (Bild 1) läßt sich veranschaulichen, wie zwei Grundprozesse - Informations- und Energiefluß - in einem Basissystem zu einem siebengliedrigen Induktionsprozeß verknüpft werden.

Der Informationsfluß (Nachfrage) führt durch die vier Bindungsebenen von oben nach unten (vgl. Fliedner, 1988, Kap. 2.3.; 3.1. . . . 3.4.):

$s^i$  Es kommt die Information (Nachfrage) aus der übergeordneten Umwelt:  
 Perzeption (Per)

Sie regt die Elemente an, d.h. die Dichte der (Nachfrage-)Elementeinheiten im System wird betroffen. Dies meint die Konsistenz des Systems (als Informationseinheit betrachtet).

$t^i$  Die Information wird für das System aufbereitet:  
 Determination (Det)

Die durch die Dichte bedingte Häufigkeit an Kontakten zwischen den Elementen beeinflusst die Leistung, gemessen in (Nachfrage-)Elementeinheiten. Durch die Eingabe wird der Prozeß zwischen Eingang und Ausgang des Systems orientiert.

$u^i$  Die Information wird von den Elementen aufgenommen:  
 Regulation (Reg)

Die im Determinationsstadium erhöhte Elementleistung führt zur Informationsverbreitung und damit zu einer Anbindung der Elemente im System (als Informationseinheit betrachtet). Es wird so die Anzahl der (Nachfrage-)Elementeinheiten, aber auch das Verhältnis zwischen System und Elementen (d.h. Hierarchie) geregelt.

$v^i$  Schließlich wird die Information an die untergeordnete Umwelt weitergegeben:  
 Organisation (Org)

Die durch die Regulation einbezogenen (Nachfrage-)Elementeinheiten beanspruchen  $^3$ Raum (= dreidimensionalen Raum) gegenüber der Umwelt. Es bedeutet dies eine von innen nach außen gerichtete (zentral-periphere) Raumdurchdringung.

Das System ist damit aufgeschlossen worden. Jetzt setzt der Energiefluß ein, von unten nach oben (vgl. Fliedner, 1988, Kap. 1.1.):

$v^{ii}$  Die Energie (= Rohstoffe) fließt aus der untergeordneten Umwelt in die Elemente:  
 Organisation (Org)  
 Die Teilprozesse  $v^i$  und  $v^{ii}$  sind zeitgleich (Kap. 2.3.2.)

$u^{ii}$  Die Energie wird von den Elementen für das System aufbereitet:  
 Dynamisierung (Dyn)

$t^{ii}$  Die Energie wird vom System aufgenommen und umgewandelt, die eigentliche Produktion:  
 Kinetisierung (Kin)

$s^{ii}$  Abgabe der Produkte an die übergeordnete Umwelt; durch diesen Kontakt mit der Umwelt wird der Induktionsprozeß beendet.  
 Stabilisierung (Sta)

In der Regel ist damit der Energiefluß als solcher aber nicht beendet, da in der Zwischenzeit Energie im System verbraucht worden ist (Entropie). Es schließt sich also unmittelbar ein neuer Induktionsprozeß an. Zur selben Zeit setzt mit dem Stabilisierungsstadium aber auch der Reaktionsprozeß ein, der das System selbst erhält oder verändert. Dadurch, daß der Reaktionsprozeß dem Induktionsprozeß entgegenläuft, erhält das System Stabilität.

Die Prozeßsequenz ist verbindlich für alle Prozesse. Die Reihenfolge - dies ergibt sich schon aus der Aufgabenstellung der Teilprozesse - ist irreversibel.

### 3. Die Teilprozesse

#### 3.0. Ein Überblick

Durch die Drehung des Koordinatenkreuzes des Basissystems (Kap. 2.2.) werden Entfaltung und - entgegengerichtet - Faltung im vertikalen und horizontalen Feld ausgelöst. Es bilden sich so die Hauptverknüpfungsprozeßstadien, die mit den Hauptgrundprozeßstadien (vgl. Fliedner, 1988, Kap. 3.1.) zeitlich gekoppelt sind:

- a) Polarisierung P: Das System wird im vertikalen Feld in den vier Stadien P ( $s^*...v^*$ ) entfaltet, so daß die Bindungsebenen - mit Informations- und Energiefluß - freigelegt werden (exponentielle Öffnung von links nach rechts). So kann die Anregung in die einzelnen Bindungsebenen eingebracht werden.
- b) Konversion K: Das System wird im horizontalen Feld in den vier Stadien K ( $s^*...v^*$ ) entfaltet, so daß die Grundprozesse von der 1. bis zur 4. Bindungsebene (S . . V bis SSSS . . VVVV) freigelegt werden (exponentielle Öffnung von oben nach unten). So können Information und Energie in die einzelnen Prozesse gelangen.
- c) Rekombination R: Das System wird im vertikalen Feld in den vier Stadien R ( $s^*...v^*$ ) wieder zusammengefaltet, so daß die eingefügten Anregungen auf die vertikale Ganzheit verteilt werden können (exponentielle Schließung von links nach rechts). Hierbei wird die innersystemische Hierarchie betroffen.
- d) Expansion E: Das System wird im horizontalen Feld in den vier Stadien E ( $s^*...v^*$ ) wieder zusammengefaltet, so daß die eingefügten Anregungen auf die horizontale Ganzheit verteilt werden können (exponentielle Schließung von oben nach unten). Hierbei wird die innersystemische Ringstruktur (als geometrischer Raum) berührt.

In den folgenden Abschnitten (Kap. 3.1 bis 3.4) sollen die Vorgänge etwas genauer dargestellt werden:

#### 3.1. Polarisation (P)

Zunächst wird intern die strukturelle Anpassung angeregt. Aus der Transformationsgleichung (Tab. 1) folgt, daß - symbolisiert durch die y-Achse - zuerst das vertikale Feld mit den vier Bindungsebenen im Informations- bzw. Energiefluß exponentiell aufgefächert und aufgefaltet wird. Diese Polarisierung erfolgt in vier Stadien P( $s^*...v^*$ ) entsprechend der o.a. Gleichung (Verzweigungsfaktor  $k = 2$ ; Kap. 2.3.2.). Auf diese Weise wird das Basissystem erschlossen, so daß die Informationen in den einzelnen Bindungsebenen angelagert werden können, d.h. die Adoption (vgl. Fliedner, 1988, Kap. 3.1.) erfolgen kann.

#### 3.2. Konversion (K)

Aus der Transformationsgleichung (Kap. 2.2.) geht hervor, daß nun das horizontale Feld mit seinen jeweils vier Teilprozessen - symbolisiert durch die x-Achse - pos.exponentiell entfaltet wird; so kann die Leistung des Systems dem Bedarf angepaßt, d.h. die Produktion (vgl. Fliedner, 1988, Kap. 3.1.) vollzogen werden.

In den vier Teilprozessen K ( $s^*...v^*$ ) werden die Grundprozesse, Bindungsebene für Bindungsebene von oben nach unten entfaltet, so daß in den einzelnen Teilprozessen die strukturerhaltenden oder strukturverändernden Größen eingebracht werden können.

#### 3.3 Rekombination (R)

- Aus der Transformationsgleichung (Kap. 2.2.) ergibt sich, daß im 3. Teilprozeß
- 1) die während der Polarisation P aufgefalteten Bindungsebenen wieder zusammengeführt werden (neg.exponentielle Formel, Kap. 2.3.1.),
  - 2) die sie formenden Prozeßsequenzen wieder eingefaltet werden (Kap. 2.3.2.).

In den vier Teilprozessen R ( $s^*...v^*$ ) werden die Ergebnisse der vorhergehenden Teilprozesse P und K mit eingefaltet, also gleichsam „konsumiert“ (vgl. Fliedner, 1988, Kap. 3.1.).

Gleichzeitig gelangt der Systembereich in die gegenüber dem Elementbereich übergeordnete Position; der Informationsfluß führt von oben nach unten, der Energiefluß ist entgegengerichtet. Dies entspricht in der Realität der Trennung von anweisender Oberschicht und ausführender Unterschicht in den Populationen.

#### 3.4 Expansion (E)

Wie in der Transformationsgleichung (Kap. 2.2.) festgelegt, werden nun die x-Werte - im horizontalen Feld - wieder zusammengeführt. Dadurch werden die Abläufe, die während der Konversion K separiert wurden (Kap. 3.2.), wieder zur Prozeßsequenz verknüpft.

Die einzelnen Teilprozesse im vertikalen Feld sind ja bereits im Rekombinationsprozeß R hierarchisch verknüpft worden (Kap. 3.3.). Da sie von Elementen - Individuen - als deren konkrete Träger durchgeführt werden, sind sie im geometrischen Raum verortet. Sie müssen also auch räumlich hintereinander gekoppelt werden, um die Kontakte sicherzustellen. In diesem Rahmen vollzieht sich die Reproduktion (vgl. Fliedner, 1988, Kap. 3.1.).

Dies bedeutet, daß der Prozeß von einem Initialort ausgeht; dieser Punkt bildet das Zentrum mit den der Informationsverarbeitung gewidmeten Elementen. Nach außen zu folgen - in einem konzentrischen Ring oder einer Schale (zwei- oder dreidimensionaler Raum) - die die Energieverarbeitung besorgenden Elemente. Der Induktionsprozeß E ( $s^*...t^*$ ), d.h. der Informationsfluß (Nachfrage) führt von innen nach außen, während umgekehrt der Reaktionsprozeß E ( $u^*...v^*$ ) mit dem Energiefluß (Angebot) zentripetal gerichtet ist. Auch hier vollzieht sich die Aneinanderkoppelung entsprechend dem Verknüpfungsprozeßmodul (Kap. 2.3.; 2.5.).

Diese Musterbildung läßt sich in nahezu allen sozialen Populationen erkennen, besonders eindrucksvoll in den Stadt-Umland-Populationen. In diesem Populationstyp wird die räumliche Organisation der Menschheit als Gesellschaft optimiert (Kap. 4.).

4. Der hierarchische Aufbau der Menschheit als Gesellschaft

In den Populationen - repräsentiert in den Basissystemen - werden die einzelnen Prozesse entsprechend dem Verknüpfungsprozeßmodul (Kap. 2.5.) zusammengefügt (Kap. 3.), so daß die Populationen im übergeordneten Informations- und Energiefluß Stabilität erhalten. Dieses übergeordnete Beziehungsgeflecht erhält die Menschheit als Gesellschaft (Bild 2). Auch diese ist ein Nichtgleichgewichtssystem (Kap. 2.1.). In ihm verlaufen die Induktions- und Reaktionsprozesse aber nicht horizontal - dies würde ja mit den Prozeßverläufen innerhalb der Populationen kollidieren -, son-

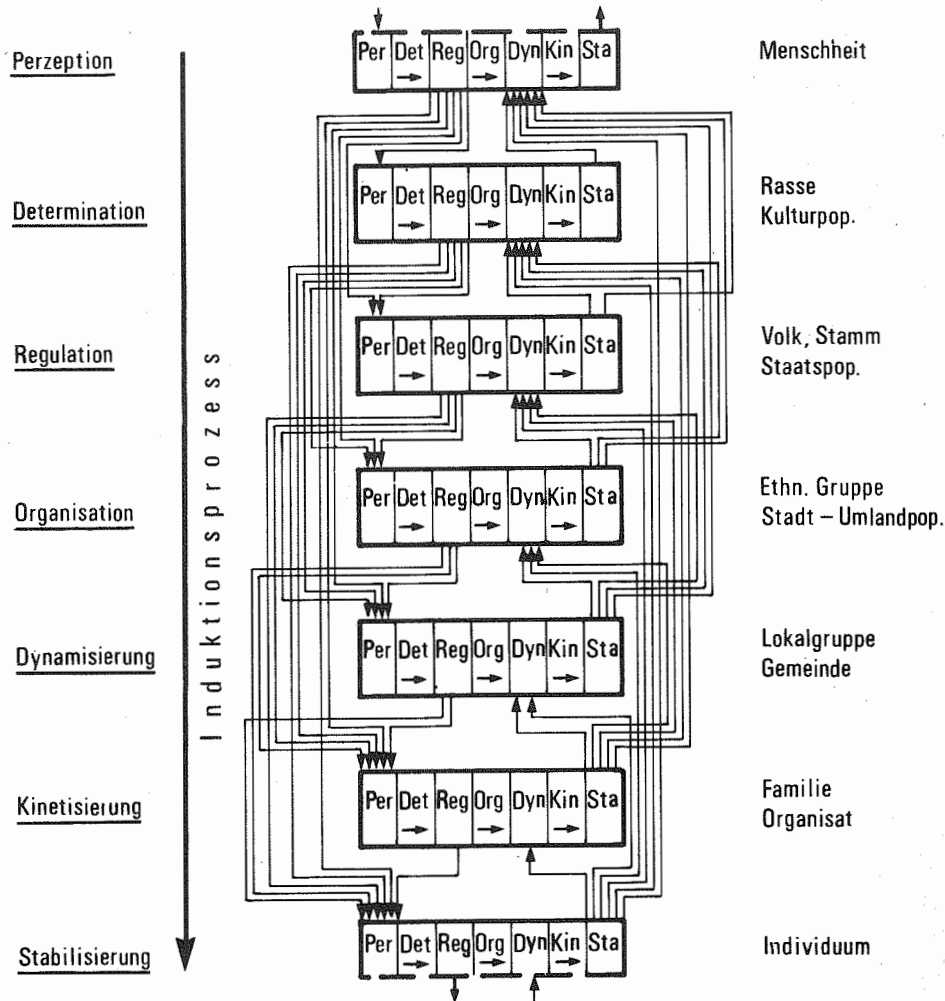


Bild 2: Hierarchie der Populationen und Prozesse in der Menschheit als Gesellschaft im Induktionsprozeß; Modell (vgl. Text, Kap. 4.)

dern vertikal. Die Populationstypen ordnen sich hierarchisch übereinander an. Die Elemente sind aber bei allen Populationen, bis hinauf zur obersten hierarchischen Stufe, in den Individuen lokalisiert, die einmal dieser, ein andermal jener Population zuarbeiten.

Der dieses System erhaltende Induktionsprozeß verläuft von oben nach unten, die jeweils untergeordneten Populationen arbeiten den übergeordneten zu (Fliedner, 1988, Kap. 3.0.). Ihre Zahl nimmt exponentiell zu (Kap. 2.3.1.; 3.3.); der Verzweigungsfaktor ist ganz unterschiedlich, er mag  $k = 10$ , er mag aber auch  $k = 100$  betragen. Das hängt davon ab, wie stark die Aufgaben in Einzelaufgaben - für die eigens Hilfssysteme gebildet wurden - aufgesplittet sind (vgl. Fliedner, 1988, Kap. 4.).

Die Prozeßdauer ist in den jeweils untergeordneten Populationen kürzer, sie unterscheidet sich in der Menschheit als Gesellschaft durch den Faktor 10, wie sich empirisch belegen läßt (Fliedner 1981, S. 184 f.), so daß die sieben Teilprozesse in den untergeordneten Populationen abgeschlossen werden können; die übergeordnete Population kann ihre Prozesse erst dann weiterführen, wenn ihr von den untergeordneten Populationen jeweils ausreichend Produkte angeboten werden.

Da die Prozesse in den verschiedenen hierarchischen Ebenen von denselben Individuen durchgeführt werden - diese gehören ja gleichzeitig allen Populationstypen an - kann eine Optimierung des räumlichen Nebeneinanders nicht auf allen Niveaus erfolgen. Wie aus Bild 2 ersichtlich, sind die sich dem - transportkostenaufwendigen Energiefluß widmenden Populationstypen - Gemeinden (oder auf niedrigem sozioökonomischen Entwicklungsstand Lokalgruppen), Betriebe (oder „Organistate“; Familien), Individuen (als Arbeitskräfte oder Verbraucher) - hierarchisch unterhalb der Stadt-Umland-Population angeordnet, arbeiten dieser also zu, während Staaten und Kulturpopulationen, die die Aufgaben haben, den Informationsfluß zu steuern, übergeordnet sind.

In der Stadt-Umland-Population selbst sind die die Informationen aufnehmenden und verarbeitenden Betriebe in der City lokalisiert (als tertiärer Sektor der Wirtschaft), während die die Energie beschaffenden und verarbeitenden Betriebe (primärer und sekundärer Sektor) im Außenbereich der Stadt sowie im Umland ihren Standort haben (Tab. 2). Die Ringe ordnen sich in das - entsprechend der o.a. angeführten Formel für das superexponentielle Wachstum (vgl. Fliedner, 1988, Kap. 3.4.) - vorgegebene Intensitätsgefälle ein; sie werden von innen nach außen breiter (Fliedner, 1987).

Prozeßstadium (Induktionsprozeß)	Flächennutzungsringe (von innen nach außen)
Perzeption	Einzelhandel
Determination	Private Verwaltung, Großhandel
Regulation	Öffentliche Verwaltung
Organisation	Wohnungsgürtel
Dynamisierung	Industrie, Gewerbe
Kinetisierung	Nahverkehrszone
Stabilisierung	Land- und forstwirtschaftliche Außenzone

Tab. 2: Prozeßstadien im Induktionsprozeß und Musterbildung im Stadt-Umland-System (Fliedner 1987, S. 114)

### 5. Ausblick

Die Ausführungen sollten dartun, daß die Bildung von hierarchischen und räumlichen Mustern im Rahmen von Nichtgleichgewichtssystemen auf eine große Zahl einfach strukturierter Prozesse und Prozeßsequenzen zurückzuführen ist, mit deren Hilfe Energie nachgefragt, materiell gestaltet und angeboten wird. Die Untersuchung der Grund- und Verknüpfungsprozesse erschließt ihren inneren Aufbau - mit Induktions- und Reaktionsprozeß, mit jeweiligem Eingang und Ausgang. Die hierarchische Strukturierung ist die Voraussetzung für die Bildung von Rückkoppelungsschleifen, durch die die Prozesse kontrolliert und die Systeme stabilisiert werden.

Die Prozesse sind als final, auf ein Ziel hin gerichtet, zu betrachten; so werden sie zu Einheiten verklammert. Die einzelnen Teilprozesse oder die Systeme, die sie durchführen, haben Aufgaben für den folgenden Teilprozeß bzw. für das ganze System. Die Prozeßforschung hat sich so nicht nur mit der Frage zu befassen, wie diese Strukturen entstanden sind, sondern auch mit dem Problem ihres Sinns, ihrer Bedeutung für das Ganze und das Folgende. Die komplizierten Vorgänge, die der Selbstorganisation von Nichtgleichgewichtssystemen zugrundeliegen, können nur verstanden werden, wenn die Prozeßstruktur offengelegt wird.

Um den Verlauf der Prozesse richtig deuten zu können, wurde das Bild einer idealen, d.h. hierarchisch ausdifferenzierten Gesellschaft gezeichnet; jeder Prozeß wird von einem eigenen Populationstyp besorgt. Tatsächlich ist dieser Zustand nur bei den „Industrieländern“ erreicht, in denen zusätzlich noch eine große Zahl von Hilffssystemen die Prozesse erleichtert. In anderen Ländern der Erde sind die ursprünglicheren, weniger differenzierten Populationen - z.B. Sammler und Jäger, Shifting Cultivators, Sippenbauern - noch weit verbreitet, so daß die primäre Populationsstruktur - Horden, Stämme etc. - noch durchschimmert. Hier überlappen sich die funktional getrennten Prozesse zeitlich und räumlich, so daß sie sich schwerer fassen lassen.

Von Bedeutung für die prozeßtheoretische Untersuchung sozialer Systeme ist die korrekte Zuordnung der Institutionen, an der Nahtstelle zwischen beobachtbarem Inhalt und erschließbarer Struktur; nur durch sie wird der Sinn der Aktivitäten im systemischen und prozessualen Zusammenhang erkennbar, eröffnen sich die Möglichkeiten einer genaueren Analyse der Prozeßabläufe und ihrer Verknüpfung zu Prozeßsequenzen.

Nun gilt es, die noch fehlenden Glieder der Theorie einzufügen und ein simulierfähiges Modell zu entwickeln. Dies könnte vielleicht auch bei der Untersuchung von physikalischen, chemischen, biotischen oder mentalen Systemen hilfreich sein.

### Schrifttum

FLIEDNER, D.: *Society in Space and Time. An attempt to provide a Theoretical Foundation from an Historical Geographic Point of View* = Arb. a.d. Geogr.Inst. d. Univ.d.Saarlandes, Bd. 31, Saarbrücken, 1981

FLIEDNER, D.: Prozeßsequenzen und Musterbildung. In: *Erdkunde* 41, S. 106-117, 1987

FLIEDNER, D.: Informations- und Energiefluß in sozialen Systemen, *grk/Humankybernetik*, Band 29, Heft 4, 1988, S. 147-160.

Eingegangen am 26. Sept. 1988

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. D. Fliedner, Universität des Saarlandes, Fachrichtung Geographie, D-6600 Saarbrücken

### *Social systems in the informational and energy-flow (Summary)*

Social systems may be investigated by considering their innersystemic structure (cf. the first paper „Informational and energy-flow in social systems“). On the other hand the external connections are important too; the system is coupled with its environments at four interfaces. So there are four partial processes:

Before stimulations enter and influence the energy flow, the system has to be unlocked in the vertical field („polarization“, between demand and supply of energy) and the horizontal field („conversion“, following the arrow of time). During two further processes („recombination“ and „expansion“) the system becomes „folded“ again. These are the connecting processes („Verknüpfungsprozesse“, fig. 1).

These thoughts help to understand complex structured systems. So the hierarchy of populations within the „mankind as society“ (fig. 2) may be considered in this context, also the spatial pattern - i.e. the land use zones - of the city-umland-systems.

The goal of this approach is the construction of a simulation model which allows a clearer understanding of the „mankind as society“, information and energy flow, the hierarchic order and spatial patterns. It could also be helpful to the investigation of physical, chemical or biotic systems.