Durch die Berechnung nach (14) bekommen wir

$$I(X,Y) = \frac{1}{4}(0{,}958 - 0{,}971) + \frac{1}{4}(0{,}958 - 0{,}881) + \frac{1}{4}(0{,}958 - 0{,}722) + \frac{1}{4}(0{,}958 - 0{,}971) = 0{,}072 \text{ bit}$$

(Ein vom bisherigen abweichender Wert entsteht hier durch das Abrunden unterschiedlicher Werte bei der Berechnung).
Durch die Veränderung des Zeichens bei der dritten und vierten Klammer im letzten Ausdruck bekommen wir $I_s'(X,Y) = 0{,}033$ bit. Diese Methode der Berechnung semantischer Information kann vorteilhafter sein, falls die Ungleichmäßigkeit der Verteilung (2) eintritt, z.B. wenn wir nicht voraussetzen, daß $n = 2$ und daß der Respondent weiß, daß nur eine bestimmte Anzahl von den angebotenen Alternativen richtig ist. Falls $n = m = 2$ und nur eine von den Alternativen richtig ist, gilt $I_s'(X,Y) = I_s(X,Y)$.
Die Fruchtbarkeit der hier dargestellten Methode zur Bestimmung des Schwierigkeitsgrades wurde bei den Testauswertungen empirisch demonstriert.

Schrifttum

DABROWSKI, A.: O teorii informacji (Über die Informationstheorie), WSP, Warszawa 1974
PŮLPÁN, Z.: Některá informační kriteria pro posouzení homogenních skupin respondentů (Einige Informationskriterien für die Beurteilung homogener Gruppen von Respondenten), Československá psychologie 5, XXV, 440 - 451
PŮLPÁN, Z.: Některé možnosti aplikace teorie fuzzy množin v psychologickém výzkumu (Einige Möglichkeiten der Anwendung der Theorie unscharfer Mengen in psychologischer Forschung) Československá psychologie 1, XXX, 68 - 79
PŮLPÁN, Z.: K problematice odhadu informace získané měřením v homogenní skupině respondentů (Zur Problematik der Schätzung von Information, die man durch Messen in einer homogenen Gruppe von Respondenten gewonnen hat), Československá psychologie 4, XXVIII, 323 - 325
TONDL, L.: Sémantika otázky v problémové situaci (Die Semantik der Frage in einer Problemsituation), Kybernetika 4, 1968, Academia, Praha

Eingegangen am 12. Oktober 1988

Anschrift des Verfassers: Doz. Dr. Z. Půlpán, C Sc, Dukelská 789, CS-50002 Hradec Králové I

How to determine the degree of difficulty for tasks by means of semantic information (Summary)

The question-answer-control system is interpreted as a communication system with question-subsystem as sender, control-subsystem as receiver and answer-subsystem as channel. The corresponding transinformation, which can here be defined by traditional formulas from the mathematical theory of information (Shannon) is suitably modified to a new concept of „semantic information", such that this can then be applied as a measure of the degree of difficulty for tasks to the evaluation of tests.

grkg / Humankybernetik
Band 29 · Heft 4 (1988)
verlag modernes lernen

Informations- und Energiefluß in sozialen Systemen

Beiträge zu einer Theorie der Strukturbildung (1)

von Dietrich FLIEDNER, Saarbrücken (D)

aus der Universität des Saarlandes, Fachrichtung Geographie

1. Einführung in die Thematik

1.0 Fragestellung

In den letzten zwanzig Jahren rückte das Problem der Dynamik nichtlinearer Systeme und damit verbunden der Entstehung von Ordnung in den Mittelpunkt naturwissenschaftlichen Interesses. Namentlich seien hier die Populationsbiologie, die Synergetik und die Chaosforschung aufgeführt (Übersichtsdarstellungen vgl. Lit.Verz.) Es wurden Formeln entwickelt, die eine ganze Reihe verschiedener für die Strukturbildung wichtiger Prozesse beschreiben. Die vorliegende Untersuchung hat soziale Systeme zum Gegenstand. Sie soll zeigen, daß auch die spezifische Art, wie die Prozesse miteinander verkoppelt sind, für die Sturkturbildung wichtig ist, und weiter, daß sich die in der Realität hochkomplexen Prozeßabläufe und -verknüpfungen auf wenige Prinzipien zurückführen lassen.

1.1 Biotische und soziale Populationen

Die pflanzlichen und tierischen Arten stehen im Rahmen des Ökosystems in einem ständigen Energiefluß. Auch die Menschheit ist in ihn eingebunden. Aus struktureller Sicht sind „Menschheit als Art" - als biotisches - und „Menschheit als Gesellschaft" - als soziales System - zu unterscheiden. Die Menschheit als Gesellschaft kann - ökologisch betrachtet - als Hilfssystem der Menschheit als Art mit ihren Bedürfnissen interpretiert werden, das diese durch optimale Anpassung an die natürlichen Ressourcen (Adaptation) des Ökosystems mit Energie, also Nahrungsmitteln, Kleidung etc., versorgen soll (Fliedner 1981, S. 82 f.). Die Menschheit als Art hat sich so in besonders effizienter Weise ihre ökologische Nische auf Kosten der übrigen Arten der Lebewelt ausweiten können.

Die pflanzlichen und tierischen Arten gliedern sich in Populationen; eine Population definiert sich als eine in begrenztem Areal lebende Gesamtheit von Individuen derselben Art, die im Ökosystem eine Nische ausfüllen, d.h. ein Glied einer Nahrungskette darstellen, darüber hinaus aber auch miteinander in genetischem Austausch stehen, d.h. den Evolutionsprozeß mitgestalten. Auch die Menschheit als Gesellschaft setzt sich aus Populationen zusammen - z.B. Kulturpopulationen, Völker, Stadt-Umland-Populationen , Gemeinden, Betriebe. Wir bezeichnen sie als soziale Populationen.

Mit ihnen beschäftigt sich eine ganze Reihe von Disziplinen (Soziologie, Ethnologie, Politologie, Geschichtswissenschaften, Geographie etc.). Eine Systematik aus prozeßtheoretischer Sicht wurde an anderer Stelle versucht (Fliedner 1981, S. 19 f.; 184 f.). Trotz ihrer Vielgestaltigkeit lassen sich die sozialen Populationen aus struktureller Sicht einfach definieren; es sind - wie die biotischen Populationen - Ganzheiten, die aus Individuen bestehen; die Individuen sind aber nicht als solche, sondern nur in ihren Rollen, als Arbeitskräfte und Verbraucher an den Populationen konstitutiv beteiligt. Soziale Populationen - hierin wieder mit den biotischen Populationen vergleichbar - stehen im Energiefluß, als Glieder von Produktionsketten; darüber hinaus verändern sie sich im Zeitablauf und gestalten so die Entwicklung der Gesellschaft mit (sozialer Wandel, Differenzierung, kulturelle Evolution etc.). So ist die Position der Populationen im übergeordneten Prozeßgeschehen aus zwei Blickwinkeln zu betrachten (Kap. 1.3.).

Im Rahmen der theoretischen Erörterungen wird eine idealisierte Gesellschaftsstruktur angenommen; nur so ist es möglich, die in der Realität komplexen Sachverhalte durchsichtig zu machen.

1.2 Basissysteme und Grundprozesse

Um in diesen Fragen weiterzukommen, kann man sich des System-Modells bedienen. Systeme bestehen bekanntlich aus einer Menge von Elementen, die zueinander in definierbarer Beziehung stehen. Aufgrund seines spezifischen Beziehungsgefüges und der sachlichen Ausrichtung seiner Elemente bildet das System eine Ganzheit, die sich nach außen, d.h. zur Umwelt abgrenzen läßt. Andererseits stehen die Systeme als Ganzheiten mit anderen Systemen in der Umwelt in Beziehung, d.h. im Energiefluß.

Für die Strukturbildung ist nicht nur das Angebot an, sondern auch die Nachfrage nach Energie entscheidend. Die Nachfrage wird als Nachricht mit einem bestimmten Informationsgehalt aus der Umwelt aufgenommen. Diese Umwelt ist eine hierarchisch übergeordnete Population, sie weist an (Fliedner, 1989, im Druck, Kap. 3.3.; 4.). Dann wird die Information an die energieliefernde Umwelt (Ökosystem) weitergegeben, die ihrerseits als untergeordnet zu betrachten ist, genauer aus untergeordneten Populationen besteht. Von hier wird die Energie als Rohstoff aufgenommen, zu Produkten umgeformt und der nachfragenden (übergeordneten) Umwelt angeboten. So sind Nachfrage und Angebot, Informations- und Energiefluß, einander entgegengerichtet. Bei den Populationen gehen letztlich diese Aktivitäten vom Menschen mit seinen biotisch bestimmten Bedürfnissen aus. Die „Menschheit als Gesellschaft" bedient also die „Menschheit als Art".

Im System werden beide - Information und Energie - umgewandelt, im Rahmen von Prozessen. Auch diese bilden Ganzheiten, die sich aus einer Zahl von zeitlich und räumlich koordinierten Teilprozessen zusammensetzen.

In seiner einfachsten, idealisierten Form sprechen wir von Basisystem.

Zum Bestand des Systems ist, wie bekannt, ein bestimmter Informations- und Energiefluß nötig. Die Anpassung des Angebots an die Nachfrage kann Erhaltung oder Veränderung der Systemstruktur beinhalten. Entspricht das Angebot der Nachfrage, so bleibt das System erhalten (strukturerhaltende Prozesse). Zu- oder Abnahme des Informations- bzw. Energieflusses können die Struktur des Systems ändern (strukturverändernde Prozesse). Die Systeme reagieren allerdings mit Zeitverzögerung und sind bis zum gewissen Grade belastbar; insofern muß nicht jede Schwankung im Informations- und Energiefluß eine Strukturänderung nach sich ziehen (Kap. 4.).

Hier sollen nun die Populationen der Menschheit als Gesellschaft den Basissystemen gleichgesetzt werden. Populationen sind als Nichtgleichgewichtssysteme (Dissipative Systeme; Kap. 3.3.) zu verstehen, d.h. sie existieren fern vom Gleichgewicht; die Nachfrage liegt zeitlich deutlich vor dem Angebot (Kap. 1.3). Soziale Populationen sind darüber hinaus in den Informations- und Energiefluß der Menschheit als Gesellschaft - dem übergeordneten (Nichtgleichgewichts-)System - als Subsysteme eingebunden (Kap. 4.; vgl. auch Fliedner, 1989, im Druck, Kap. 4.) und schließen sich auf derselben hierarchischen Ebene, d.h. quer zum Informations- bzw. Energiefluß, zu Systemaggregaten zusammen; diese bilden ihrerseits Gleichgewichtssysteme (Konservative Systeme).

In entsprechender Weise bilden gleiche Arbeit in der Population verrichtende Individuen Elementaggregate.

1.3. Bindungsebenen und Teilprozesse (vertikales und horizontales Feld)

In einem Gleichgewichtssystem werden Information bzw. Energie aufgenommen, unter die Elemente verteilt und wieder weitergegeben; Zufluß (+) und Abfluß (-) von Information bzw. Energie sind im Idealfall zu jedem Zeitpunkt gleich, der Prozeß ist homogen.

In einem Nichtgleichgewichtssystem fallen Nachfrage und Angebot zeitlich auseinander. Hier schalten sich Prozesse ein. Im Systemaufbau müssen Ganzheit und Teile, d.h. System- und Elementbereich unterschieden werden (Fliedner 1986, S. 142); es ergeben sich vier Teilprozesse:
Die Information (Nachfrage) führt aus der übergeordneten Umwelt in das System herein und wieder zur untergeordneten Umwelt hinaus. Es wird zuerst der Systembereich (+) berührt, dann der Elementbereich (-). Beide Bereiche haben ihrerseits Kontaktflächen nach oben (+) und unten (-). So erhält man einen aus vier Gliedern bestehenden Code, dessen obere Zeichen (System- bzw. Elementbereich) als übergeordnet zu betrachten sind:

$$\left(\substack{+\\+}\right), \left(\substack{+\\-}\right), \left(\substack{-\\+}\right), \left(\substack{-\\-}\right)$$

Daneben ist aber auch der Prozeß selbst zu gliedern; er führt in das System (+), dann zeigt das System Wirkung (-). Diese Halbprozesse (Induktions- bzw. Reaktionsprozeß) lassen sich nochmals entsprechend ihrer Position im Prozeßablauf halbieren, so daß eine Sequenz von vier Teilprozessen entsteht; auch für den Prozeßablauf läßt sich also der obige Code anwenden.
Daraus folgt:
1) Es lassen sich bei einem Nichtgleichgewichtssystem zwei Gradienten erkennen, denen die Prozesse folgen. Ihnen liegen ein vertikales bzw. ein horizontales Feld zugrunde (in früheren Arbeiten vom Autor als Spannungsfelder bezeichnet). Das vertikale Feld vermittelt zwischen informationseingebender und energieliefernder Umwelt; das horizontale Feld hat sich zwischen vorgeschalteter und nachgeschalteter Umwelt gebildet, d.h. entlang der Zeitachse. Entsprechend dem Code unterscheiden wir im

vertikalen Feld vier Bindungsebenen, im horizontalen Feld vier (bzw. ein Vielfaches von vier; Kap. 2.3.) Teilprozesse oder Prozeßstadien. Dies gilt für strukturerhaltende und strukturverändernde Prozesse.

2) Das System als Ganzheit ist den Bindungsebenen, der Prozeß als Ganzheit den Teilprozessen übergeordnet. Ein Fortschreiten der Prozeßabläufe im vertikalen und horizontalen Feld läßt sich durch exponentielle Gleichungen beschreiben (Kap. 2.1.; vgl. auch Forrester 1968).

2. Die Grundprozesse

2.1. Die Variablen im Koordinatensystem des Basissystems

Um zu präziseren Aussagen zu kommen, um insbesondere alle Verknüpfungen zu erfassen, ist es erforderlich, die für die Bindungsebenen des Basissystems kennzeichnenden Eigenschaften und die sie gestaltenden (d.h. erhaltenden oder verändernden) Prozesse in Koordinatensystemen festzulegen. Der Prozeßverlauf läßt sich dann abbildungsgeometrisch veranschaulichen.

In jedem Koordinatensystem sind vier Strukturmerkmale (oder potentielle Veränderliche) zu unterscheiden:

1. Die Anzahl der Schritte y_n auf der Ordinate,
2. die Länge der Schritte δy_n auf der Ordinate,
3. die Anzahl der Schritte x_n auf der Abszisse sowie
4. die Länge der Schritte δx_n auf der Abszisse.

Dabei ist zu beachten, daß im Koordinatensystem Definitions- und Wertebereich, Schrittzahl und Schrittlängen verschiedene Bedeutung haben:

a) Die Anregung im System findet zunächst im Wertebereich ihren Niederschlag. Verschiebt man im Wertebereich den Punkt P $(x_1;y_1)$ um einen Betrag i nach oben, also nach P $(x_1;y_1 + i)$, so erhält man P $(x_1;y_2)$. Es ist dies also eine Addition, die Zahl der Schritte auf der Ordinate erhöht sich.

b) Die Reaktion des Systems wird im Definitionsbereich markiert (Kap. 2.2.). Eine Transformation des Punktes P $(x_1;y_2)$ um den Betrag j abszissenparallel nach rechts auf P $(x_2;y_2)$ ist anders zu werten als die unter a) beschriebene Transformation; man erhält P $(x_2;y_2)$ = P $(x_1 + j; y_2)$, doch ist dies nicht nur ein additiver Vorgang; vielmehr wird eine Fläche umschrieben, mit den Eckpunkten P $(x_1;y_o)$, P $(x_1;y_2)$ P $(x_2;y_2)$ und P $(x_2;y_o)$. Die Verschiebung eines Punktes parallel zur x-Achse ist also durch eine Multiplikation zu beschreiben.

Die Schrittlängen δy und δx geben in ihrem Verhältnis zueinander den Steigungsfaktor wieder:

c) Vergrößert man die Länge der Schritte auf der Ordinate δy um einen Betrag m_y, so bedeutet dies, daß sämtliche Schritte auf der Ordinate, also $\delta y_o \ldots \delta y_1, \delta y_1 \ldots \delta y_2$ etc. um den konstanten Betrag m_y verlängert werden, d.h. der Gesamtbetrag des Ordinatenwertes mit m_y multipliziert werden muß. Hierdurch wird die Ordinate selbst verändert.

d) Für die Verlängerung der Einzelschritte auf der Abszisse δx um einen Betrag n_x gilt das Entsprechende.

Berücksichtigt man die Schrittlänge, so läßt sich feststellen, daß das das Basissystem charakterisierende Koordinatensystem exponentiell strukturiert ist.

e) Der Wertebereich - entsprechend der von außen kommenden Anregung - ist als solcher unbegrenzt; der Definitionsbereich dagegen ist - er spiegelt das reagierende System wider (Kap. 2.2.) - begrenzt.

2.2. Der Prozeßablauf

Im Prozeßablauf werden alle diese Parameter betroffen, d.h. die Anpassungen - dienen sie der Strukturerhaltung oder der -veränderung - werden im Informations- (oder entgegengerichteten Energie-)fluß vorgenommen; sie lassen sich als Transformationen beschreiben. Die vier Strukturmerkmale y, δy, x, δx werden im vertikalen Feld (Kap. 1.3) nach und nach angepaßt:

Zunächst der Systembereich:

1. Bindungsebene: Aus der Umwelt wird Information, Anregung, dem System, genauer gesagt dem Systembereich, zugeführt. Dies kann durch die Erhaltung oder eine Erhöhung des Ordinatenwertes y beschrieben werden.
2. Bindungsebene: Der Systembereich paßt sich an, d.h. die Schrittlänge auf der Ordinate, der Steigungsparameter δy wird einbezogen.

Dann der Elementbereich:

3. Bindungsebene: Es folgt die Aufnahme der Information in den Elementbereich. Dieser Vorgang wird auf der Abszisse abgetragen, d.h. der x-Wert wird angepaßt.
4. Bindungsebene: Der Elementbereich paßt sich an, die Schrittlänge δx auf der Abszissen wird einbezogen.

Die das Basissystem gestaltenden Prozesse nennen wir Grundprozesse. Jeder Grundprozeß besteht aus einer Sequenz von vier Teilprozessen (Kap. 1.3.). Darüber hinaus sind auch alle Grundprozesse selbst Glieder von Sequenzen.

Üblicherweise wird der Abszissenwert vor dem Ordinatenwert genannt. Hier - aufgrund der Reihenfolge in den Prozeßsequenzen - erscheinen die Ordinatenwerte zuerst.

2.3. Die Transformationsgleichungen

Die Transformationen betreffen jeweils nur eine Variable. So erscheinen für jede Bindungsebene vier Transformationen, wobei die im Prozeßablauf folgende auf dem Ergebnis der vorhergehenden aufbaut. Ein System ist erst dann voll in den Prozeßablauf integriert, wenn alle gegebenen Verknüpfungen einbezogen sind (Tab. 1).

a) In der 1. Bindungsebene wird der y-Wert des Basissystems (Systembereich, Kap. 1.3., 2.2.) dem Prozeßverlauf angepaßt; dieser neue Wert von y = f(x), also der ganzen Funktion, wird in den vier Teilprozessen dem Basissystem mitgegeben. Wie der o.a. Code (Kap. 1.3) ausweist, sind Induktion und Reaktion, Aufnahme und Abgabe jeweils einander komplementär zugeordnet. Dies bedeutet eine Spiegelung, und zwar an der y- und x-Achse; die Graphen von y = f(x) werden nacheinander in die vier Quadranten I, II, III und IV, also in mathematisch positiver Reihenfolge (vgl. dagegen Fliedner, 1989, im Druck, Kap. 2.2.) abgebildet (Kap. 3.1.).

b) In der 2. Bindungsebene wird der Prozeß fortgesetzt, indem der δy-Wert des Systems dem Prozeßverlauf in den einzelnen Quadranten des Koordinatensystems angepaßt wird, d.h. die Steigungsparameter der Funktionen bestimmt werden. Es erfolgt eine Spiegelung an den Winkelhalbierenden y = x bzw. y = -x (je nach Quadrant). Da das System exponentiell aufgebaut ist (Kap. 2.1.), sind die δx- bzw.

1. Bindungsebene:

$$\begin{aligned}
&y(1,S) = y(1,S^*);\ \delta y(1,S) = \delta y(1,S^*);\ x(1,S) = x(1,S^*);\ \delta x(1,S) = \delta x(1,S^*)\\
&y(1,T) = y(1,S);\ \delta y(1,T) = \delta y(1,S);\ x(1,T) = -x(1,S);\ \delta x(1,T) = \delta x(1,S)\\
&y(1,U) = -y(1,T);\ \delta y(1,U) = \delta y(1,T);\ x(1,U) = x(1,T);\ \delta x(1,U) = \delta x(1,T)\\
&y(1,V) = y(1,U);\ \delta y(1,V) = \delta y(1,U);\ x(1,v) = -x(1,U);\ \delta x(1,V) = \delta x(1,U)
\end{aligned}$$

2. Bindungsebene:

$$\begin{aligned}
&y(2,S) = y(2,S^*);\ \delta y(2,S) = \delta y(2,S^*);\ x(2,S) = x(2,S^*);\ \delta x(2,S) = k(2,S) \cdot \delta x(2,S^*)\\
&y(2,T) = y(2,S);\ \delta y(2,T) = \delta y(2,S);\ x(2,T) = x(2,S);\ \delta x(2,T) = \delta x(2,S) : k(2,T)\\
&y(2,U) = y(2,T);\ \delta y(2,U) = k(2,U) \cdot \delta y(2,T);\ x(2,U) = x(2,T);\ \delta x(2,U) = \delta x(2,T)\\
&y(2,V) = y(2,U);\ \delta y(2,V) = \delta y(2,U) : k(2,V);\ x(2,V) = x(2,U);\ \delta x(2,V) = \delta x(2,U)
\end{aligned}$$

3. Bindungsebene:

$$\begin{aligned}
&y(3,S) = y(3,S^*), < K(3,S);\ \delta y(3,S) = y(3,S^*);\ x(3,S) = x(3,S^*);\ \delta x(3,S) = \delta x(3,S^*)\\
&y(3,T) = y(3,S);\ \delta y(3,T) = K(3,T) - \delta y(3,S);\ x(3,T) = x(3,S);\ \delta x(3,T) = \delta x(3,S)\\
&y(3,U) = y(3,T);\ \delta y(3,U) = \delta y(3,T);\ x(3,U) = K(3,U) - x(3,T);\ \delta x(3,U) = \delta x(3,T)\\
&y(3,V) = y(3,U);\ \delta y(3,V) = \delta y(3,U);\ x(3,V) = x(3,U);\ \delta x(3,V) = K(3,V) - \delta x(3,U)
\end{aligned}$$

4. Bindungsebene:

$$\begin{aligned}
&y(4,S) = y(4,S^*);\ \delta y(4,S) = \delta y(4,S^*);\ x(4,S) = x(4,S^*);\ \delta x(4,S) = \delta x(4,S^*)\\
&y(4,T) = y(4,S);\ \delta y(4,T) = y(4,T) \cdot \delta y(4,S);\ x(4,T) = x(4,S);\ \delta x(4,T) = \delta x(4,S)\\
&y(4,U) = y(4,T);\ \delta y(4,U) = \delta y(4,T);\ x(4,U) = \delta y(4,U) \cdot x(4,T);\ \delta x(4,U) = \delta x(4,T)\\
&y(4,V) = y(4,U);\ \delta y(4,V) = \delta y(4,U);\ x(4,V) = x(4,U);\ \delta x(4,V) = x(4,V) \cdot \delta x(4,U)
\end{aligned}$$

$y, \delta y, x, \delta x$	Variable
k	Konstante (Steigungswert)
K	Konstante (Grenzwert)
1,2 etc.	Bindungsebene
S, T etc.	Stadium, Teilprozeß
S*	aus der vorhergehenden Sequenz

Tab. 1: Die den Grundprozessen in den verschiedenen Bindungsebenen zugrundeliegenden Transformationen; Abbildungsgleichungen in Koordinatenschreibweise. Vgl. Text Kap. 2.3

δy-Werte zusätzlich durch Tanslationen anzupassen. Es ergeben sich verschiedene Funktionstypen (Kap. 3.2.). Diese Transformationen sind in jedem der vier Quadranten durchzuführen; so enthält diese Bindungsebene 16 Teilprozesse.

c) In der 3. Bindungsebene wird der x-Wert des Basissystems (Elementbereich) dem Prozeßverlauf angepaßt, d.h. die Anzahl der Schritte im Definitionsbereich aller vier Variablen. Dieser symbolisiert die Umrisse des Basissystems (Kap. 2.2.); d.h. es wird seine Begrenzung - dargestellt durch eine Konstante K - deutlich. Die Prozesse werden dadurch terminiert; dies wirkt sich auf die Prozeßverläufe aus. Der hereinkommenden Information mit den Parametern y, δy, x, δx stehen die Parameter des empfangenden Systems K-y, K-δy, K-x, K-δx gegenüber (Kap. 3.3.). Jeder Funktionstyp ist zu berücksichtigen, es entfallen also vier Teilprozesse auf jeden Teilprozeß der 2. Bindungsebenen; 64 Teilprozesse resultieren.

d) In der 4. Bindungsebene wird der δx-Wert des Basissystems angepaßt. Jede in der 3. Bindungsebene angepaßte Variable ist in Verknüpfung mit den übrigen zu sehen. So werden nach und nach die Parameter y, δy, x und δx durch Multiplikation (Kap. 2.1.) wieder zusammengefügt. Die Prozesse bzw. Funktionen werden wieder in das System - als Informationsraum - eingebunden (Kap. 3.4.). Dies ist wiederum viermal in jedem Teilprozeß der 3. Bindungsebenen durchzuführen, so daß sich 256 Teilprozesse ergeben.

3. Die Teilprozesse

3.0. Ein Überblick

Die Ausführungen zeigen, daß die Prozesse im vertikalen Feld hierarchisch angeordnet sind. Im Prozeßablauf arbeiten die untergeordneten Prozesse den übergeordneten zu, d.h. der übergeordnete wird erst abgeschlossen, wenn die untergeordneten vier Teilprozesse ihr Ergebnis erreicht haben. So bilden sich Feedbackschleifen.

Insgesamt werden Informations- bzw. Energiefluß im Basissystem also durch 340 Gleichungen beschrieben, d.h. jeder Teilprozeß durch eine eigene Funktion. Damit sind alle das Basissystem definierenden Verknüpfungen, soweit sie von den Grundprozessen geregelt werden, vollständig erfaßt.

Um in den folgenden Kapiteln die Übersicht behalten zu können, sollen die Grundprozesse und ihre Teilprozesse mit den Symbolen S, T, U und V - in dieser Reihenfolge - belegt werden. Die Position in den verschiedenen Bindungsebenen wird - wenn nicht anders verdeutlicht (z. B. Tab. 1) - durch die Zahl der Symbole gekennzeichnet; z.B. bedeutet f [x(TU)] in der 2. Bindungsebene den 3. Teilprozeß (U), der seinerseits dem 2. Teilprozeß (T) der 1. Bindungsebene zugeordnet ist.

Die einzelnen vorgestellten Teilprozesse dienen nur als Beispiele; es wird ihre Position im Basissystem angegeben, aber nicht die Weitergabe der Information durch die Sequenzen verfolgt. Dies erscheint erst dann sinnvoll, wenn alle Gleichungen bekannt sind und in einem Simulationsmodell zusammengefügt werden können (vgl. Fliedner, 1989, im Druck, Kap. 5.).

In den folgenden Abschnitten (3.1 . . . 3.4.) kommen nur die strukturerhaltenden Prozesse, also der Informations- oder - in umgekehrter Reihenfolge der Bindungsebenen - der Energiefluß zur Darstellung. (Zu den strukturverändernden Prozessen vgl. Kap. 4.)

3.1. 1. Bindungsebene

Aus dem übergeordneten Nichtgleichgewichtssystem gelangt die Anregung in das Systemaggregat, dem das hier zur Sprache stehende Nichtgleichgewichtssystem (Basissystem) angehört (Kap. 1.2.).

Auf diesem Wege kommt der Prozeß als Nachfrage in das System [Induktionsprozeß y(S. . .T)] und verläßt dieses wieder als Angebot an Energie [Reaktionsprozeß y(U. . .V)]. Er besteht also aus vier Teilprozessen; sie seien als Hauptstadien, genauer Hauptgrundprozeßstadien bezeichnet. Der Adoption S folgt die Produktion T; sie löst als Reaktion den Konsum U und schließlich die Raumausfüllung, Reproduktion V, aus (Fliedner, 1986).

Jedes Hauptgrundprozeßstadium besteht in Wahrheit, wie oben bereits dargestellt (Kap. 2.3.,b...d), aus 84 Teilprozessen, die die übrigen Bindungsebenen charakterisieren. Durch Spiegelung an der x- bzw. y-Achse (Kap. 2.3.a) wird der Komplex der die Funktionen darstellenden Graphen des I. Quadranten (= 1. Hauptgrundprozeßstadium) als Ganzes in die jeweils folgende Position gebracht und bleibt so in seiner Grundstruktur erhalten. Es ergibt sich:

a) $y(S) = f[x(S)]$; c) $y(U) = -f[-x(U)]$;
b) $y(T) = f[-x(T)]$; d) $y(V) = -f[x(V)]$.

Hierbei steht $f(x)$ jeweils für den Komplex der Einzelfunktionen.

3.2. 2. Bindungsebene

Der Anpassung des δy-Wertes - also des Steigungswertes des Prozesses im Basissystem - wird durch Spiegelung an der Winkelhalbierenden zwischen den Koordinatenachsen Rechnung getragen (Kap. 2.3.). Es genügt, hier die Transformationen innerhalb eines - des ersten - Quadranten zu behandeln.

Man betrachte das empfangende System als unabhängige, die hereinkommende Information als abhängige Variable. Weiterhin vergegenwärtige man sich den exponentiellen Aufbau des Systems. Entsprechend der unterschiedlichen Bedeutung der einzelnen Schritte auf den Achsen relativ zueinander (Kap. 2.1.) ergeben sich verschiedene Funktionstypen:

a) Es stehen sich linear gegliederte Ordinate und exponentiell gegliederte Abszisse gegenüber. Stuft man nun die Abszisse zu einer rational (hier linear) gegliederten Skala zurück, so erhalten die Ordinatenwerte eine logarithmische Abfolge, nach dem Muster

$$y(SS) = \log_{k(SS)} x(SS)$$

[k(SS) konstant]

b) Stellt man die δy-Achsenskala zur exponentiell gegliederten x-Achse in Beziehung, so resultiert - wie aus den früheren Aussagen (Kap. 2.1.) erschließbar - eine rationale Zahlenfolge in einem kartesischen Koordinatensystem, z.B.

$$y(ST) = k(ST) \cdot x(ST)$$

[k(ST) konstant. Da die δy-Skala eine begrenzte Zahlenfolge darstellt, kann man x(ST) an einem Grenzwert enden lassen.]

c) Eine Umkehrung der unter a) angegebenen Beziehung bedeutet, daß zwischen Ordinate und Abszisse eine exponentielle Relation hergestellt wird, entsprechend der Grundgleichung

$$y(SU) = k(SU)^{x(SU)}$$

[k(SU) konstant]

d) Eine Abbildung der - in sich ja abgeschlossenen - δx-Skala auf die Ordinate meint nicht nur eine Umkehrung der Relation b), sondern auch eine Begrenzung der Skala auf der (neuen) Ordinate. Die Werte auf der (neuen) Abszisse besitzen durch die vorher ermittelten δy- und y-Parameter (vgl. oben) eine bestimmte Dichte und begrenzte Anzahl. So wird hier die relative Häufigkeit h angezeigt, genauer

$$h(E_{SV}) = \frac{m(SV)}{n(SV)}$$

Nach der Terminologie der Wahrscheinlichkeitsrechnung besagt dies, daß das Ereignis E_{SV} bei n(SV) Versuchen m(SV)-mal eintritt.

Es resultieren also vier verschiedene Funktionstypen:

Im 1. Teilprozeß kommen logarithmische Funktionen zur Anwendung. Sie beschreiben den Informationsgehalt von Nachrichten und Systemen, aber auch die Stimulanzstärke von Prozessen.

Der 2. Teilprozeß umfaßt insbesondere rationale Funktionen. Hier wird z.B. die Stimulanzstärke auf die Zahl der Elemente des Systems, die die Stimulanz übernehmen sollen, aufgeteilt.

Der 3. Teilprozeß wird von Exponentialfunktionen dargestellt. Sie beschreiben die Adoptions- oder Diffusionsvorgänge, d.h. die Ausbreitung von Nachrichten oder Gütern in eine gegebene Menge von Elementen im System.

Die Wahrscheinlichkeitsfunktionen im 4. Teilprozeß definieren z.B. die Art des Überganges, die Übertragung der Anregung von einer Prozeßsequenz zur nächsten. Das Ergebnis dieses Teilprozesses beeinflußt die Stimulanzstärke im 1. Teilprozeß der folgenden Sequenz.

In dieser Bindungsebene werden also die Prozeßglieder so aufeinander abgestimmt, daß die Stimulanz dem System und seinen Elementen mitgeteilt werden kann. Auf diese Weise wird das System in die Lage versetzt, den Energiefluß auf gleichem Niveau (bei den hier vorgestellten strukturerhaltenden Prozessen) zu halten, d.h. die Leistung zu garantieren.

3.3. 3. Bindungsebene

Jedes System kann als begrenzter Raum betrachtet werden, der mit seinen Nachbarsystemen in Kontakt steht (Kap. 1.2; 2.1. e). Die Grenzen wirken auf den Ablauf der Prozesse zurück, es werden Gegentendenzen sichtbar, die die Entwicklung einengen, sie „kontrollieren". Bei der Zusammenstellung der Transformationsgleichungen (Kap. 2.3.) ist dem Rechnung getragen, indem im Verlaufe der Teilprozesse S, T, U und V eine jeweils andere Funktionsgröße (y, δy, x, δx) - ausgehend von einem die Systemgrenze symbolisierenden Faktor K - bis auf Null zurückgeführt wird. In den Graphen wird die positive Tendenz zunehmend negativ abgeändert, bis die Entwicklungen inner- und außerhalb des Systems einander gleichgewichtig sind und sich gegenseitig kompensieren.

Dies gilt für alle vier in der 2. Bindungsebene erkennbaren (Kap. 3.2.) Funktionstypen (logarithmisch, rational, exponentiell, probabilistisch). Hier soll die Aussage anhand der exponentiellen Sequenz von Teilprozessen konkretisiert werden (ausführlicher Fliedner, 1986, S. 164 f.). Es wird - der Übersichtlichkeit wegen - die diskrete Form der Darstellung gewählt:

a) Im 1. Teilprozeß ist das Wachstum sowohl in Ordinaten- als auch in Abszissenrichtung positiv. Es ist dies die ungehemmt positiv-exponentielle Entwicklung:

$$y(SUS)_n = y(SUS)_{n-1} + k(SUS) \cdot y(SUS)_{n-1}$$

$[k(SUS) > 0$, konstant; $y(SUS)_0 > 0]$

So wächst die Menge der Elemente (Nachfrage-Einheiten), bis zu einer Obergrenze $K(SUS)$ (oder $\frac{K(SUS)}{2}$ bei Berücksichtigung eines entsprechenden Gegenprozesses).

Die Struktur des Ausbreitungsprozesses selbst mit seinen einzelnen Schritten wird nicht durch die Begrenzung des Systems verändert.

b) Im 2. Teilprozeß wird δy mit jedem Schritt kleiner. So wird der Steigungsfaktor $k(SUS)$ in der positiv-exponentiellen Gleichung des vorhergehenden 1. Teilprozesses durch eine negativ-exponentielle Gleichung ersetzt. Auf diese Weise geht das Wachstum auf 0 zurück, der y-Wert erreicht ein höheres Niveau. Eine S-förmige Kurve entsteht:

$$y(SUT)_n = y(SUT)_{n-1} + y'(SUT)_n$$

$$y'(SUT)_n = y(SUT)_{n-1} \cdot z(SUT)_n; \; z(SUT)_n = \frac{z(SUT)_{n-1}}{a(SUT)}$$

$[a(SUT) > 1$, konstant; $y(SUT)_0 > 0; y'(SUT)_0 > 0; z(SUT)_0 > 0]$

c) Im 3. Teilprozeß erfolgt zusätzlich auf der x-Achse eine Begrenzung. Mit jedem Schritt auf der Abszisse wird ein entsprechender Betrag abgezogen. Die pos./neg.-exponentielle akkumulative Entwicklung des 2. Teilprozesses erhält zusätzlich einen Term, der den Zuwachs wieder aufzehrt. Somit erhalten wir einen glockenförmigen Graphen:

$$y(SUU)_n = y(SUU)_{n-1} + y'(SUU)_n - \frac{y(SUU)_{n-1}}{b(SUU)}$$

$$y'(SUU)_n = y'(SUU)_{n-1} \cdot z(SUU)_n; \; z(SUU)_n = \frac{z(SUU)_{n-1}}{a(SUU)}$$

$[a(SUU) > 1$, $b(SUU) > 1$, konstant; $a(SUU) > b(SUU)$; $y(SUU)_0 > 0$; $y'(SUU)_0 > 0; z(SUU)_0 > 0]$

d) Im 4. Teilprozeß (SUV) wird δx verändert, als systeminterner vom systemexternen (generellen) Zeitschritt entkoppelt. Der ganze Adoptionsvorgang [ausgehend vom Nachbarsystem z(SUV)] stellt sich als freier Gegenprozeß zum hineinführenden Prozeß [ausgehend vom System y(SUV)] dar. Die Elemente von y(SUV) und z(SUV) stehen sich gegenüber und stimulieren bzw. lähmen sich gegenseitig. Es lassen sich diese Vorgänge nach den bekannten Lotka-Volterra-Gleichungen darstellen:

1) δx als systeminterne Zeiteinheit hängt vom kooperierenden Nachbarsystem ab; es entsteht - bei stabilen Bedingungen - ein geschlossener, wieder in sich zurückführender Graph, die systemexternen Zeitschritte würden umlaufen (Grenzzyklus).

2) Greift man dagegen die externen Zeitschritte auf der Abszisse ab, würden Schwingungen sichtbar werden. Diese Gleichungen lassen sich aus der Gleichung des vo

hergehenden Teilprozesses weiterentwickeln, indem der die Akkumulation angebende Term durch einen anderen Term ersetzt wird, der den Bezug zum Gegensystem herstellt:

$$y(SUV)_n = y(SUV)_{n-1} - \frac{y(SUV)_{n-1}}{b(SUV)} + \frac{y(SUV)_{n-1} \cdot z(SUV)_{n-1}}{a(SUV)}$$

$$z(SUV)_n = z(SUV)_{n-1} + \frac{z(SUV)_{n-1}}{d(SUV)} - \frac{y(SUV)_n \cdot z(SUV)_{n-1}}{c(SUV)}$$

$[a(SUV) > 1$, $b(SUV) > 1$, $c(SUV) > 1$ und $d(SUV) > 1$, konstant; $a(SUV) > b(SUV)$; y(SUV) bzw. z(SUV) bedeuten Anzahl der Elemente der Systeme, a(SUV) bzw. d(SUV) die zugehörigen Vermehrungsraten, b(SUV) bzw. c(SUV) die zugehörigen Verminderungsraten.]

In den vier Stadien werden verschiedene Systembindungs- (oder Kontroll-)typen beschrieben. Mit jedem Teilprozeß wird eine weitere Bindung von außen, d.h. von der Systemgrenze und dem Nachbarsystem her eingefügt.

Im 1. Teilprozeß (SUS) wächst die Menge der angeregten Elemente, bis zur Obergrenze, ohne daß die Systemgrenzen auf den Prozeß selbst zurückwirken.

Im 2. Teilprozeß (SUT) wird eine negative Tendenz sichtbar, die zu einer Obergrenze führt („Attraktor"). Sie scheidet angeregte von nicht angeregten Elementen. Es wird eine Merkmalsgruppe dargestellt.

Im 3. Teilprozeß (SUU) wird eine weitere Bindung erkennbar, an das Nachbarsystem, das die Anregung oder die Energie aufnimmt. Beide Systeme halten sich durch den Informations- oder Energieaustausch im Gleichgewicht, so daß man von einem Gleichgewichtssystem sprechen kann.

Der 4. Teilprozeß (SUV) beschreibt, wie beide Systeme sich gegenseitig stimulieren bzw. lähmen; Information und Energie werden portionsweise transferiert, ein Gleichgewicht kommt nicht zustande. Auf diese Weise wird ein Nichtgleichgewichtssystem in seiner Grundstruktur beschrieben (Prigogine, 1979, S. 108f.).

In diesem Kapitel wurden verschiedene Typen nichtlinearer Entwicklungen in dynamischen Systemen beschrieben, die der Ökologie entstammen, heute aber auch in der Chaosforschung eine Rolle spielen (vgl. z.B. Seifritz, 1987). In unserem theoretischen Zusammenhang handelt es sich um Teilprozesse, die in einem komplexen, aber wohldefinierbaren Zusammenhang ihre Position einnehmen.

4.3. 4. Bindungsebene

In der 4. Bindungsebene wird δx, also die Schrittlänge der in der 3. Bindungsebene ablaufenden Pozesse, spezifiziert. Dies geschieht in vier Teilprozessen, die in Zusatzformeln beschrieben werden können. Sie betreffen jeweils eine Variable. Wie aus dem oben (Kap. 2.1.; 2.3.) Gesagten hervorgeht, sind die Variablen voneinander ab-

hängig; d.h., daß die jeweils folgende Rechenoperation von der vorhergehenden auszugehen, diese mit einzubeziehen hat.
Die folgenden Formeln mögen an die exponentielle Grundgleichung SUS (Kap. 3.3.) - als Beispiel - anknüpfen:

a) Die Elemente gelangen in einen gegebenen (dreidimensionalen) Raum, ihre Menge (auf der y-Achse) nimmt (in negativ-exponentieller Folge) zu:

$$y(SUSS) = K(SUSS) - \frac{K(SUSS) - y(SUSS)_o}{k(SUSS)^{x(SUSS)}}$$

[k(SUSS) Steigungskonstante; K(SUSS) Konstante, die die Kapazität des vorgegebenen Raumes angibt.]

b) Der Vorgang wird zeitlich, Schritt für Schritt, reglementiert, δy wird vergrößert oder angepaßt:

$$y(SUST) = y(SUST)_o + k(SUST) \cdot x(SUST)$$

[k(SUST) Steigungskonstante.]

c) Es wird zusätzlich der Abszissenwert x vergrößert. Das Ergebnis ist die positiv-exponentielle Gleichung:

$$y(SUSU) = y(SUSU)_o \cdot k(SUSU)^{x(SUSU)}$$

[k(SUSU) Steigungskonstante.]

d) Auch die δx-Werte werden angepaßt; das Resultat ist das superexponentielle Wachstum:

$$y(SUSV) = y(SUSV)_o\, a(SUSV)^{x(SUSV)} \cdot k(SUSV)^{\frac{a(SUSV)^{x(SUSV)} - 1}{a(SUSV) - 1}}$$

[k(SUSV) Steigungskonstante; a(SUSV) Konstante, die die geometrische Eigenschaft des Raumes wiedergibt.]

Wie die Aufstellung verdeutlicht, werden die Elemente in den geometrischen Raum eingebunden; im 1. Stadium erscheinen sie für sich, im 2. Stadium in einem eindimensionalen, im 3. Stadium in einem zweidimensionalen und im 4. Stadium in einem dreidimensionalen Zusammenhang (vgl. auch Kap. 2.1.). Man kann auch sagen, daß die im System aufgenommene Anregung in Systemgröße umgesetzt wird; damit wird die Kontaktfläche zur energieliefernden (untergeordneten) Umwelt (Kap. 1.3.) dem Bedarf angepaßt.

4. Strukturverändernde und systemerzeugende Prozesse

In den bisherigen Erörterungen wurden nur strukturerhaltende Prozesse behandelt; es wurde also unterstellt, daß nur soviel Energie nachgefragt und dementsprechend angeboten wird, daß die Entropie kompensiert wird.

Wird nun verstärkt Energie aus der übergeordneten Umwelt nachgefragt, so werden zunächst die Elemente überlastet. Geht die Nachfrage wieder zurück, so ist der alte

Systemzustand wieder hergestellt (Schwankung; Kap. 1.2.). Bleibt jedoch die Nachfrage deutlich erhöht, so ändert sich die Struktur des Systems.

Einer solchen Strukturveränderung wird durch einen Veränderungsquotienten Rechnung getragen, der im Zähler den intendierten, neuen (n), im Nenner den alten (a) Endwert z enthält, also $\frac{zn}{za}$. In einer früheren Arbeit (Fliedner, 1986) wurde dies bereits vorgeführt, so daß hier nicht näher darauf eingegangen werden muß.

Wird die Nachfrage nach Energie noch weiter gesteigert, sind die Systeme überfordert; einige Funktionen gehen zu chaotischem Verhalten über (Seifritz, 1987, S.41 f.). Die Prozeßsequenzen verzweigen sich. Hier bilden sich Ansatzpunkte für die Bildung neuer Ordnungsstrukturen. Die strukturverändernden gehen in systemerzeugende Prozesse über. Im vertikalen Feld bilden sich weitere Subsysteme (Kap. 1.3), die Systemaggregate in den hierarchischen Ebenen vergrößern sich (z.B. durch die Bildung von Tochtersiedlungen oder -gemeinden im Rahmen von Kolonisationen). Im horizontalen Feld spalten sich Hilfssysteme ab, die sich bestimmten Aufgaben widmen und so Schwierigkeiten im Prozeßablauf verhindern sollen (z.B. Betriebe, die arbeitserleichternde Geräte herstellen); dies ist die eigentliche Arbeitsteilung. Beide Vorgänge bedürfen im Rahmen der Prozeßtheorie noch gründlicher Untersuchung.

In einem folgenden Aufsatz wird untersucht, wie die sozialen Systeme sich im Informations- bzw. Energiefluß verhalten.

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, B. 31, Saarbrücken 1981

FLIEDNER, D.: Systeme und Prozesse - Gedanken zu einer Theorie. In: Philosophia Naturalis Bd. 23, S. 139-180, 1986

FLIEDNER, D.: Soziale Systeme im Informations- und Energiefluß, grkg/Humankybernetik, Band 30, Heft 1, März 1989, im Druck

FORRESTER, J.W.: Principles of systems. Cambridge, Mass. 1968

HAKEN, H.: Synergetik. Eine Einführung. 2. Aufl. Berlin, Heidelberg etc. (Springer) 1983

KUNICK, A., W.;H. STEEB: Chaos in dynamsichen Systemen, Mannheim, Wien, Zürich (Bibl. Institut & Brockhaus) 1986

NÖBAUER, W., W. TIMISCHL: Mathematische Modelle in der Biologie. Braunschweig, Wiesbaden (Vieweg) 1979

PRIGOGINE, I.: Vom Sein zum Werden. Zeit und Komplexität in den Naturwissenschaften. München, Zürich (Piper) 1979

SEIFRITZ, W.: Wachstum, Rückkopplung und Chaos. Eine Einführung in die Welt der Nichtlinearität und des Chaos. München, Wien (Hanser) 1987

Eingegangen am 26. Sept. 1988

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

Informational and energy-flow in social systems (Summary)

Like the theory of chaos the theory of process sequences deals with the dynamics of nonlinear systems and the structuring of order. For formalizing the model of a system which consists of elements may be helpful. In the „mankind as society" social populations (for instance city-umland-populations, communities) are interpretable as nonequilibrium systems („Basissystem", basic system). Several populations of the same kind, i.e. on the same level in the hierarchy, may be seen as equilibrium systems („Systemaggregat", system aggregate). „Mankind as society" may be understood as an auxiliary system of the „mankind as species"; it has the task to use the natural resources of the global ecosystem in the most efficient way. So the demand for energy is most important for the existence of the social populations. As an answer energy is supplied, for maintaining the biotic requirements. The populations have their specific position in the flow of information and energy. They take on the demand from the superposed environment and transfer it to the subordinated energy supplying environment. The energy-flow or supply has the opposite direction. In this „vertical field" four bond levels („Bindungsebenen") may be distinguished in any nonequilibrium system.

On the other hand there is a „horizontal field" the gradient of which follows the arrow of time. Many processes (consisting of four partial processes) conserve (or change) the structure of populations and the „mankind as society". In the first half of the paper it is shown of which kind these processes are. The basic system serves as a model. Transformations of reference frames facilitate the understanding of the processes and their connection to sequences. Four variables (number and length of the y-axis resp. x-axis steps) and an exponential structure of the system are assumed. From this there result, for instance, four types of functions (lograithmic, rational, exponential, probabilistic), the influence of limitation (developing attractors, oscillations etc.), and the adapting to the geometric space. These are the basic processes („Grundprozesse").

grkg / Humankybernetik
Band 29 · Heft 4 (1988)
verlag modernes lernen

Historio de la prospektiva klerigscienco en Ĉeĥoslovakio

de Jitka BROCKMEYER, Paderborn (D)

1. Ĉeĥoslovaka eduksistemo

1.1 Eduka kaj politika sistemoj

Nomo de la ŝtato: Ĉeĥoslovaka Socialisma Respubliko - ĈSSR. Ŝtatformo: Federacio de Ĉeĥa Socialisma Respubliko kaj Slovaka Socialisma Respubliko.

Loĝantaro: El la pli ol 15 milionoj da loĝantoj estis en la jaro 1978 preskaŭ 10 milionoj da ĉeĥoj kaj 4,5 milionoj da slovakoj. Malpli ol unu miliono da loĝantoj apartenas al hungara, germana, pola kaj ukrajna malplimultoj.

Instrulingvoj: ĉeĥa, slovaka, hungara, pola kaj ukrajna. Plej superaj edukaj instancoj: ministerio por lernejoj de Ĉeĥa Socialisma Respubliko kaj ministerio por lernejoj de Slovaka Socialisma Respubliko.

Devigaj lernojaroj: Dek jaroj, de la 6a ĝis la 16a jariĝo. Rajto studi en altlernejo: Post 12 lernojaroj kaj mezlerneja abiturientiĝo.

Unueco de la eduksistemo: Okjara baza lernejo estas unueca por ĉiu lernanto kaj ĉiu havas egalan rajton eniri pli altan lernejon.

Unueco de la instruplano: Samspecaj lernejoj laboras laŭ la samaj instruplanoj kaj uzas la samajn lernolibrojn.

1.2 Tradicio kaj evoluo de la eduksistemo

Ĉeĥoslovakio havas, precipe en la okcidenta ĉeĥa parto, longan kaj bonan tradicion en la eduka sfero. Ĝia ĉefurbo Prago estas unu el la plej malnovaj kulturcentroj de Mez-Eŭropo. La unua mezeŭropa universitato estis fondita en Prago en la jaro 1348. Fakte la tuta mondo akceptis la ĉefajn principojn de la lernejsistemo de la tutmonde agnoskata pedagogo J.A. Komenio, kiu vivis en la 17a jarcento. Dum la aŭstra-hungara monarĥio Prago estis pro la nivelo de siaj gimnazioj kaj altlernejoj studcentro ankaŭ por la ceteraj landoj de la monarĥio. Krom la ĉeĥa kaj la germana universitatoj estis en la pasinta jarcento fondita en Prago renoma Ĉeĥa Teĥnika Altlernejo.

Jam dum la pasinta jarcento evoluis krom la klasika okjara gimnazio ankaŭ sepjara reformita mezgrada lernejo (teĥnika gimnazio) kaj kvarjaraj fakaj mezlernejoj, ekzemple industria lernejo, ĉiuj kun ekzamenoj pri matureco.

En la jaro 1869 estis leĝigita deviga okjara lernado kaj ĝi estis ankaŭ en praktiko plenumata. Laŭ ĝi la unueca baza lernejo estis kvinjara (en kamparo okjara) kaj post la kvina lernojaro la infanoj transiris aŭ en kvarjaran (devige trijaran) ĝeneralan lernejon,