

Artificial Life

1. Biologie und Selbstorganisation

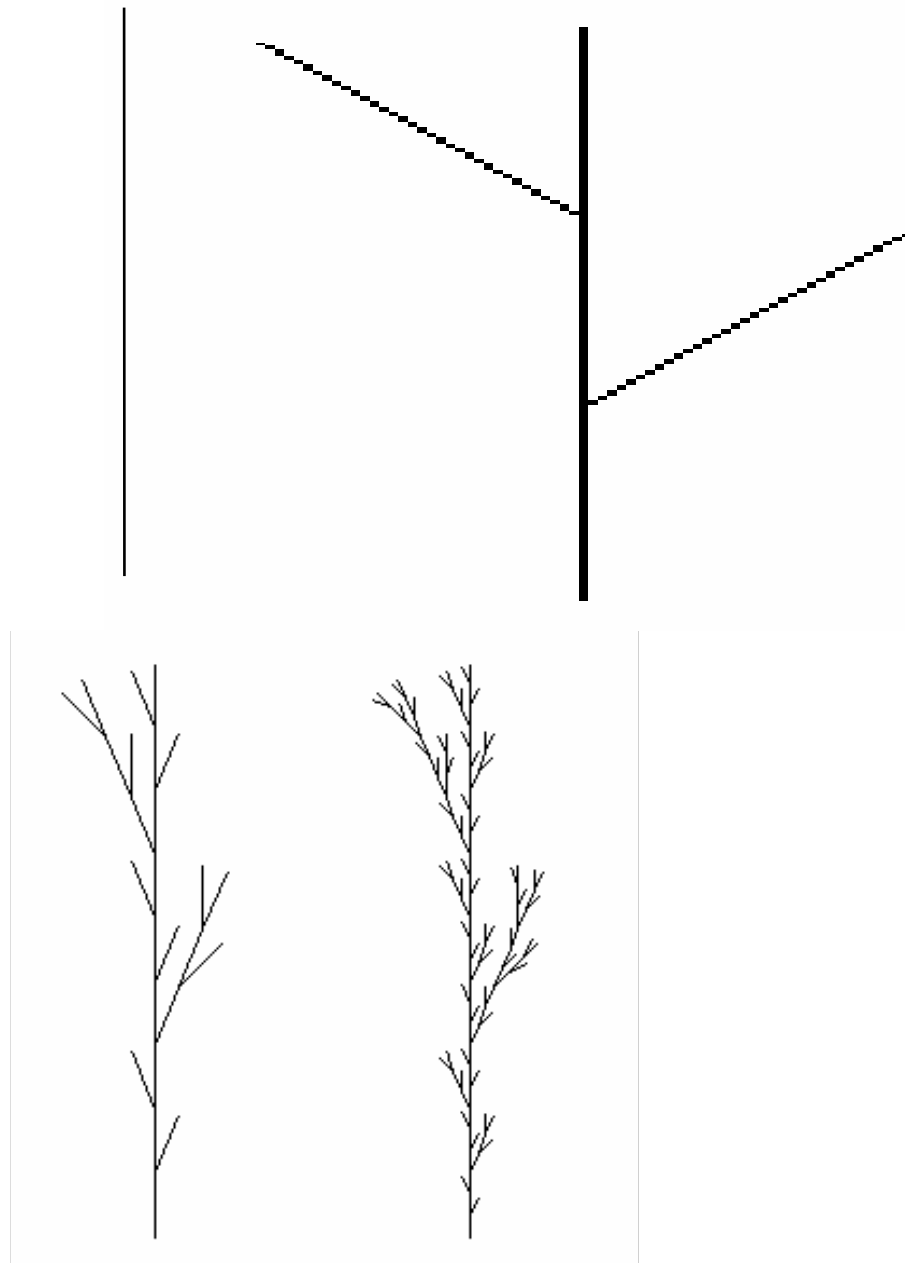
Eine der Motivationen, die Selbstorganisationstheorie zu entwickeln, bestand darin, die Entstehung von Ordnung und Komplexität in lebenden Systemen in Einklang mit den Grundgesetzen von Physik und Chemie erklären zu können. Dabei konnte gezeigt werden, daß

- bereits in der unbelebten Natur in offenen Systemen spontan Ordnung entstehen kann und aufrecht erhalten werden kann und dabei mitunter sehr komplexe räumliche und zeitliche Strukturen entstehen können, die äußerlich große Ähnlichkeit mit den Formen lebender Systeme haben können;
- **Zelluläre Automaten** können bei Vorliegen bestimmter Gesetze und bei bestimmten Anfangskonfigurationen Gebilde modellieren, die sich selbst reproduzieren können (Chris Langton, Norman Packard);
- die Verbindung der Erkenntnisse über autokatalytische Reaktions-Diffusions-Systeme mit denen über die Genexpression gestattet es, einfachste **morphogenetische Prozesse** bei der Entwicklung von Organismen zu modellieren;
- **Neuronale Netze** vermögen es, bestimmte Charakteristika des Gehirns (von relativ niederen Lebewesen) wiederzugeben;

L-Systeme vermögen komplizierteste Pflanzenformen auf Grund einfachster Regeln zu erzeugen

(nach Aristid Lindenmayer, Utrecht, benannt):

2. Die Grammatik von L-Systemen



Regeln: F einen Schritt vorwärts zeichnen
+ eine Winkeleinheit ϕ nach rechts
- eine Winkeleinheit ϕ nach links

[Verzweigungspunkt: Position merken
] zur gemerkten Position zurückkehren

Axiom: Startoperation,

oben: $A = \text{----}F$ bei $\phi = 360^\circ/16$
(senkrechter Strich)

Gesetz: Iterationsregel,

oben: $F[+F]F[-F]F$

(P. Prusinkiewicz, A. Lindenmayer, The Algorithmic Beauty of Plants, Springer-Verlag, New York 1990)

Vergleiche Rupert Riedl:

biologische Gestaltbildung = Gesetz mal Anwendung

3. Probleme der Evolutionstheorie

Neodarwinismus ("Synthetische Theorie der Evolution", R. Mayr):

Alle komplexen Organe, Organismen, Symbiosebeziehungen etc. sind ein Resultat von Anpassungsleistungen, welche nur über zufällige **Mutationen** und natürliche **Auslese** erreicht werden können. Die Natur ist somit ein "blinder Uhrmacher" (Richard Dawkins). Dabei ist der gesamte Bauplan des Organismus linear in seinen Genen vorprogrammiert.

Allerdings sieht sich diese (heute vorherrschende) Meinung mit einigen Problemen konfrontiert, so z.B.:

- Wie kommt es, daß die Arten manchmal über Milliarden von Jahren stabil bleiben, sich dann aber in geologisch kurzer Zeit zu neuen Arten entwickeln (Punktualismus, Gould und Eldredge)?
- Wie kann sich solch ein komplexes Gebilde wie beispielsweise das Auge allein durch Zufall und Auslese entwickeln? Und warum passierte dieser Zufall mehrere Male?
- Wie konnten sich die raffiniertesten symbiontischen Beziehungen zwischen den Individuen verschiedener Arten durch Anpassungsleistungen entwickeln, wenn jede Veränderung nur der einen Art dieser zum Nachteil gereichen würde?
- Wie kam es im Kambrium zum explosionsartigen Anwachsen der Artenzahl und warum starben in anderen Epochen wieder die Mehrzahl der existierenden Arten aus, ohne daß äußere große Veränderungen nachweisbar waren?

4. Selbstorganisation in der Zellteilung

5. Boolesche Netzwerke am Rande des Chaos