

Fraktale Formen

Eine Symbiose meiner beiden Vorträge

- über „Fraktale Medizin“ am 4. Juli 2004
im Krankenhaus „Göttlichen Heiland“, 1170 Wien

- über „Selbstähnlichkeit und Fraktale“ am 18.11.2015
in der Österr. Gesellschaft für Homöopathische Medizin ÖGHM

Prof. Dr. Herbert Klima
Biophysiker, Holosoph
Atominstitut TU Wien
Akademie für Holistische Kultur Wien

Inhalt

- **Teil 1:**
Fraktale Geometrie
- **Teil 2:**
Fraktale Dynamik
- **Teil 3:**
Fraktale Medizin

Was sind Fraktale ?

- Fraktale sind selbstähnliche Formen in der Mathematik und Natur, die ihre Ganzheit in jedem Detail in sich tragen.
- „Wie im Kleinen, so im Großen !“ (Hermetik)
„Wie im Mikrokosmos, so im Makrokosmos !“
- „Nichts ist drinnen, nichts ist draußen, denn was innen, das ist außen“ (J.W. Goethe „Faust“)

**Fraktale
sind daher
keine Summen von Teilen,
sondern sind
selbstähnliche Formen,
die eine Ganzheit bilden !**

Der Mensch ist aus der Sicht der fraktalen Formen ...

- biophysikalisch ein quantenelektrodynamisches System
- morphologisch ein selbstähnliches, ganzheitliches Fraktal (eine geistige Monade im Sinne von G.W. Leibniz)
- dynamisch ein offenes, nichtlinear vernetztes System (reizbar, dissipativ, selbstorganisierend, evolutiv)
- sozial ein für die Gemeinschaft wirkendes Wesen
- ganzheitsmedizinisch ein Biosystem in Schul- und Komplementärmedizin
- eingebettet in regionale Lebensräume bzw. Holotope des Netzwerks aus Atmo-, Hydro-, Litho-, Biosphäre unserer Erde unter dem Einfluss von Sonne und Galaxien

Geistige Vorgänger selbstähnlicher Ganzheiten

- Yajnavalkya (Upanishaden)
- Pythagoras
- Hermes Trismegistos
- Paracelsus
- Nikolaus von Cues
- Leibniz
- Goethe
- Schelling

... Ganzheitsdenker

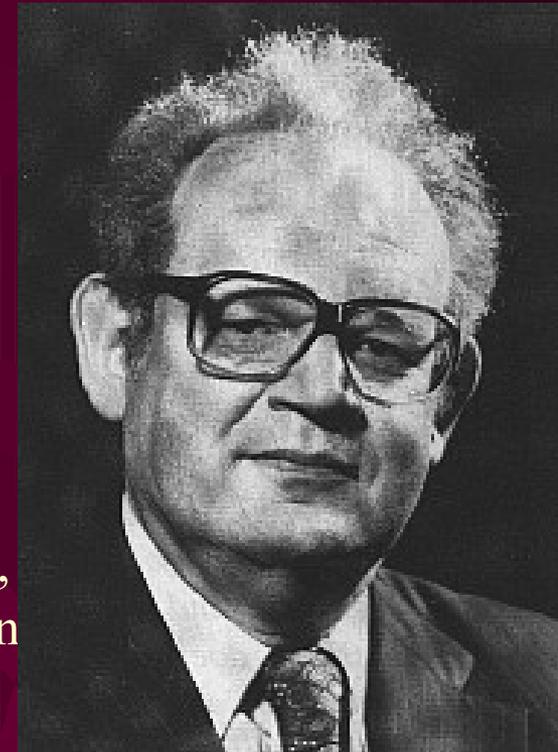
- ...
- E. Mach
- H. Poincare
- E. Schrödinger
- W. Pauli
- E. Lorenz
- I. Prigogine
- B. Mandelbrot
- M. Barnsley
- H. Haken
- ...

Teil 1

Fraktale Geometrie

Fraktale Geometrie

- **B. Mandelbrot (1924 - 2010)**
- Mathematiker, entwarf erstmals 1982 die „Fraktale Geometrie der Natur“
- **Fraktale sind die wahren Formen der Natur** - in Physik, in Chemie, in Meteorologie, in Geographie, in Kosmologie, in chaotischen Systemen, in der Wirtschaft, in der Physiologie, in der Biologie, in Medizin
- **Fraktale sind überall**



B. Mandelbrot

Wahre Formen der Natur ?

- *Wolken sind keine Kugeln, Berge keine Kegel, Küstenlinien keine Kreise.
Die Rinde ist nicht glatt - auch der Blitz bahnt sich seinen Weg nicht gerade.*
- *Die Existenz solcher Formen der Natur fordert uns zum Studium dessen heraus, was Euklid als formlos beiseite ließ, und führt uns zur Morphologie des scheinbar Amorphen.*

B. Mandelbrot:

„Die fraktale Geometrie der Natur“

Benoit Mandelbrot



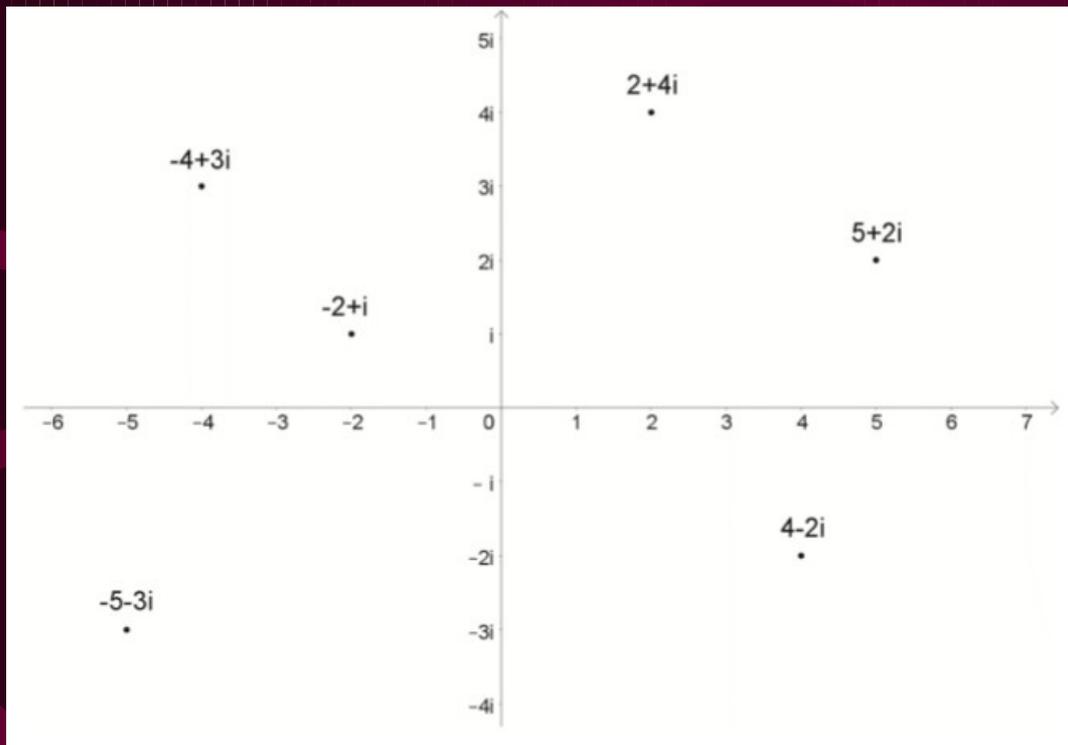
Fractal Geometrie of Nature

Wie entstehen Fraktale ?

- **Fraktale entstehen**
 - durch wiederholte Anwendung (Iteration)
 - einer definierten Vorschrift (affine Transformation)
 - auf ein Objekt (Erfahrung oder Denken)

Komplexe Zahlenebene

$$z = x + yi$$



$$z = 5 + 2i$$

reelle Achse x

$$z = 4 - 2i$$

imaginäre Achse yi mit $i = \sqrt{-1}$

Addition von komplexen Zahlen

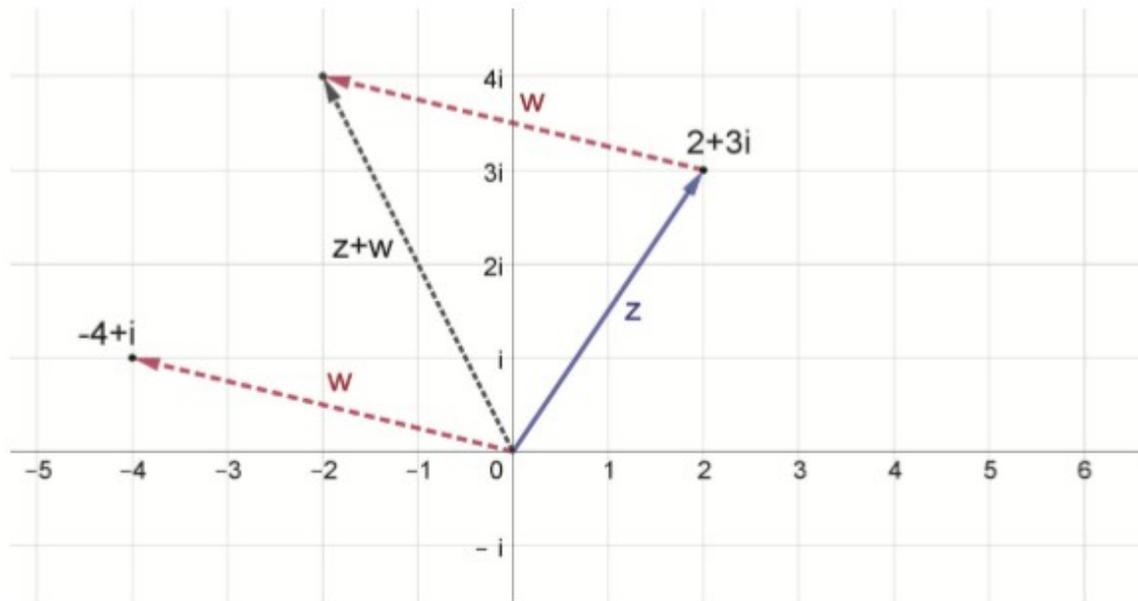
Addition von Vektoren in der Zahlenebene

$$z = 2 + 3i$$

$$w = -4 + i$$

Die Summe ist:

$$z + w = (2 + 3i) + (-4 + i) = (2 - 4) + (3 + 1)i = -2 + 4i$$



Die Addition zweier komplexer Zahlen entspricht der Addition der zugehörigen Vektoren.

Multiplikation komplexer Zahlen

Die **Multiplikation** einer komplexen Zahl $z_1 = r_1 \cdot e^{i\varphi_1}$ mit der komplexen Zahl $z_2 = r_2 \cdot e^{i\varphi_2}$ lässt sich geometrisch als Drehstreckung des Zeigers z_1 darstellen. Hierbei wird der Zeiger z_1 um den Winkel φ_2 im positiven Drehsinn gedreht und anschließend um das r_2 -fache gestreckt. Das Ergebnis ist das geometrische Bild des Produktes $z_1 \cdot z_2$.

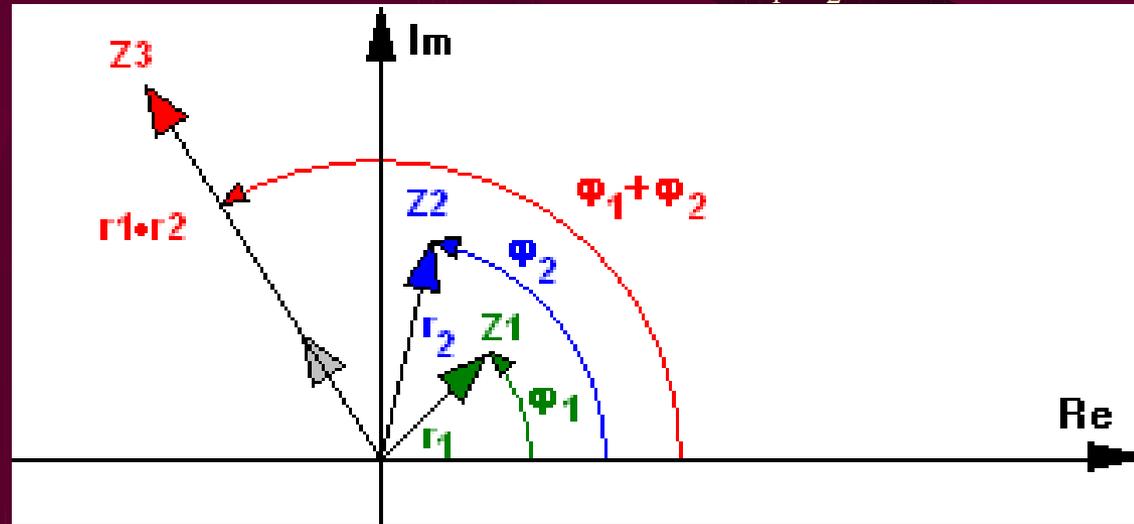
$$z_1 = 2 + 2i = \sqrt{8} \cdot e^{i45^\circ}$$
$$z_2 = 1 + 4i = \sqrt{17} \cdot e^{i76^\circ}$$

$$z_1 \cdot z_2 = \sqrt{8} \cdot \sqrt{17} \cdot e^{i(45^\circ + 76^\circ)}$$
$$z_1 \cdot z_2 = \sqrt{136} \cdot e^{i(121^\circ)}$$

$$z_1 \cdot z_2 = (2 + 2i) \cdot (1 + 4i)$$
$$= (2 + 8i + 2i + 8i^2)$$
$$= (2 + 10i - 8)$$

$$z_1 \cdot z_2 = -6 + 10i =$$

$$z_1 \cdot z_2 = \sqrt{(36+100)} \cdot e^{i(180^\circ - 59^\circ)}$$
$$= \sqrt{136} \cdot e^{i(121^\circ)}$$



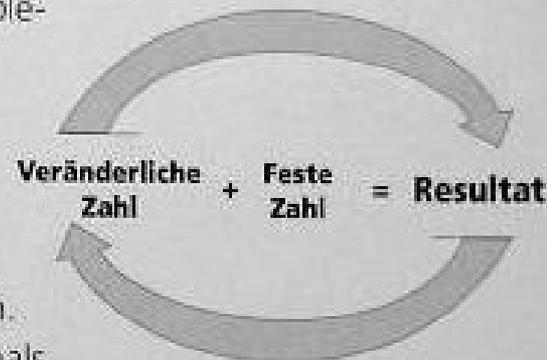
$$r = |z| = \sqrt{(x^2 + y^2)} \quad \tan \varphi = y / x$$

$$z_1 \cdot z_2 = (x_1 x_2 - y_1 y_2) + i (x_1 y_2 + x_2 y_1)$$

$$z_1 \cdot z_2 = r_1 r_2 [\cos(\varphi_1 + \varphi_2) + i \sin(\varphi_1 + \varphi_2)]$$
$$= r_1 r_2 \cdot e^{i(\varphi_1 + \varphi_2)}$$

Mandelbrot-Fraktal $z =: z^2 + C$

Nehmen Sie eine der Zahlen auf der komplexen Ebene und setzen Sie sie an der Stelle „feste Zahl“ in die Gleichung ein. Setzen Sie an der Stelle „veränderliche Zahl“ Null ein. Rechnen Sie nun die Gleichung aus und setzen Sie das „Resultat“ an der Stelle „veränderliche Zahl“ ein. Wiederholen Sie die ganze Operation nochmals



(anders gesagt, „iterieren“ Sie die Gleichung) und beobachten Sie, was aus dem „Resultat“ wird. Bleibt es in der Nähe eines festen Werts, schraubt es sich rasch ins Unendliche, oder bewegt es sich in einer langsameren Entwicklung aufwärts?

Werden iterative Gleichungen auf Punkte in einem bestimmten Gebiet der komplexen Ebene angewandt, sind die Resultate spektakulär. Auch Nichtmathematiker können dieses Wunder jetzt bestaunen, indem sie die Pixels auf dem Computerbildschirm als Punkte auf der Ebene auffassen. Ohne Computer hätten nämlich nur Mathematiker mit größtem Intuitionsvermögen flüchtig erfassen können, was sich dort abspielte. Mit dem Computer läuft die Sache folgendermaßen:

Nehmen Sie den Wert eines Punktes (oder Pixels), wenden Sie die Gleichung auf ihn an und iterieren Sie die Gleichung rund tausendmal. Wenn das „Resultat“ stabil bleibt, färben Sie das Pixel schwarz. Wenn die Zahl schnell oder langsam auf Unendlich zusteuert, färben Sie je nach Geschwindigkeit anders

Mandelbrot-Fraktale

Wie erzeugt man eine Mandelbrotmenge ?

Man betrachtet eine Folge $\{z_k\}$ von rekursiv definierten komplexen Zahlen $z_{k+1} = z_k^2 + c$ mit $z_0 = 0 + i0$ und c eine vorgegebene komplexe Zahl $c = X + iY$.

Wenn c variiert wird, erhalten wir eine Familie von Folgen $\{z_k\}$.

Es ist möglich zu zeigen, daß irgend ein Mitglied dieser Familie (d.h. irgend eine Folge $\{z_k\}$) divergiert, wenn ein Index $k = h$ existiert, so daß der Betrag von z_h die Zahl 2 erreicht: $\text{abs}(z_h) = 2$.

Indem man nun den Wert von c in der komplexen Zahlenebene variiert, erhält man Folgen $\{z_k\}$, die entweder divergieren $\text{abs}(z_h) \geq 2$ oder konvergieren $\text{abs}(z_h) < 2$.

Die Mandelbrotmenge ist die Menge aller Punkte c in der komplexen Zahlenebene, deren Folgen $\{z_k\}$ konvergieren.

```
function m=mandel(s)
```

```
% s = Anzahl der Iterationen
```

```
[X,Y]=meshgrid(-2:.015:1,-1.25:.015:1.25);
```

```
C=X+j*Y;
```

```
W=100*ones(size(C));
```

```
Z=zeros(size(C));
```

```
for n=1:s,
```

```
  Z=Z.*Z+C;
```

```
  h=find(abs(Z)<2);
```

```
  if ~isempty(h),
```

```
    W(h)=n*ones(size(h));
```

```
  else
```

```
    break
```

```
  end; end;
```

```
clear C Z
```

```
pcolor(X,Y,W)
```

```
shading interp
```

Mandelbrot Fraktale

Matlab-Programm
zur Erzeugung
einer
Mandelbrotmenge

Mandelbrot Fraktale

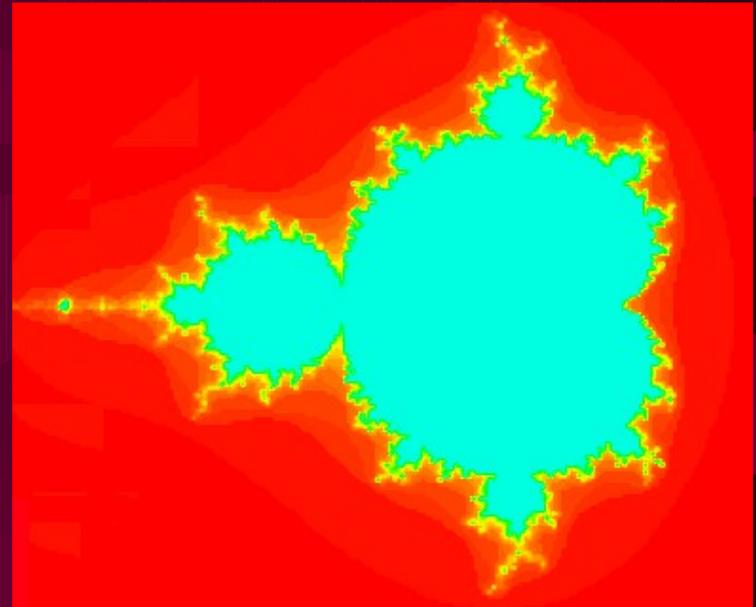
- Mandelbrot-Fraktal

Ist die Menge aller komplexen Zahlen c , für die die rekursiv definierte Folge $\{z_k\}$ mit $k = 0, 1, 2, \dots$

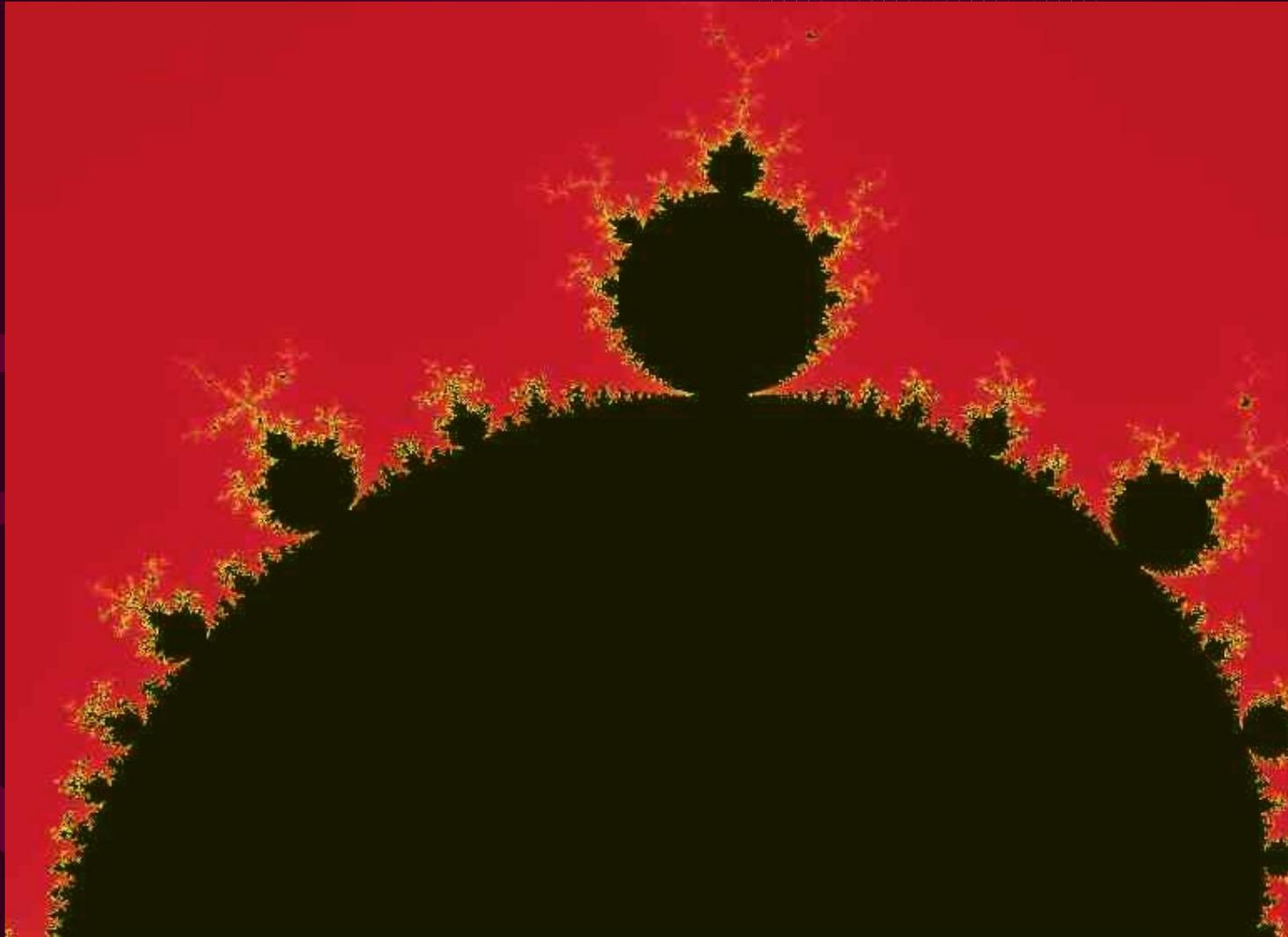
$$z_{k+1} =: z_k^2 + c$$

konvergiert: $\text{abs}(z_k) < 2$ mit $k \rightarrow \infty$

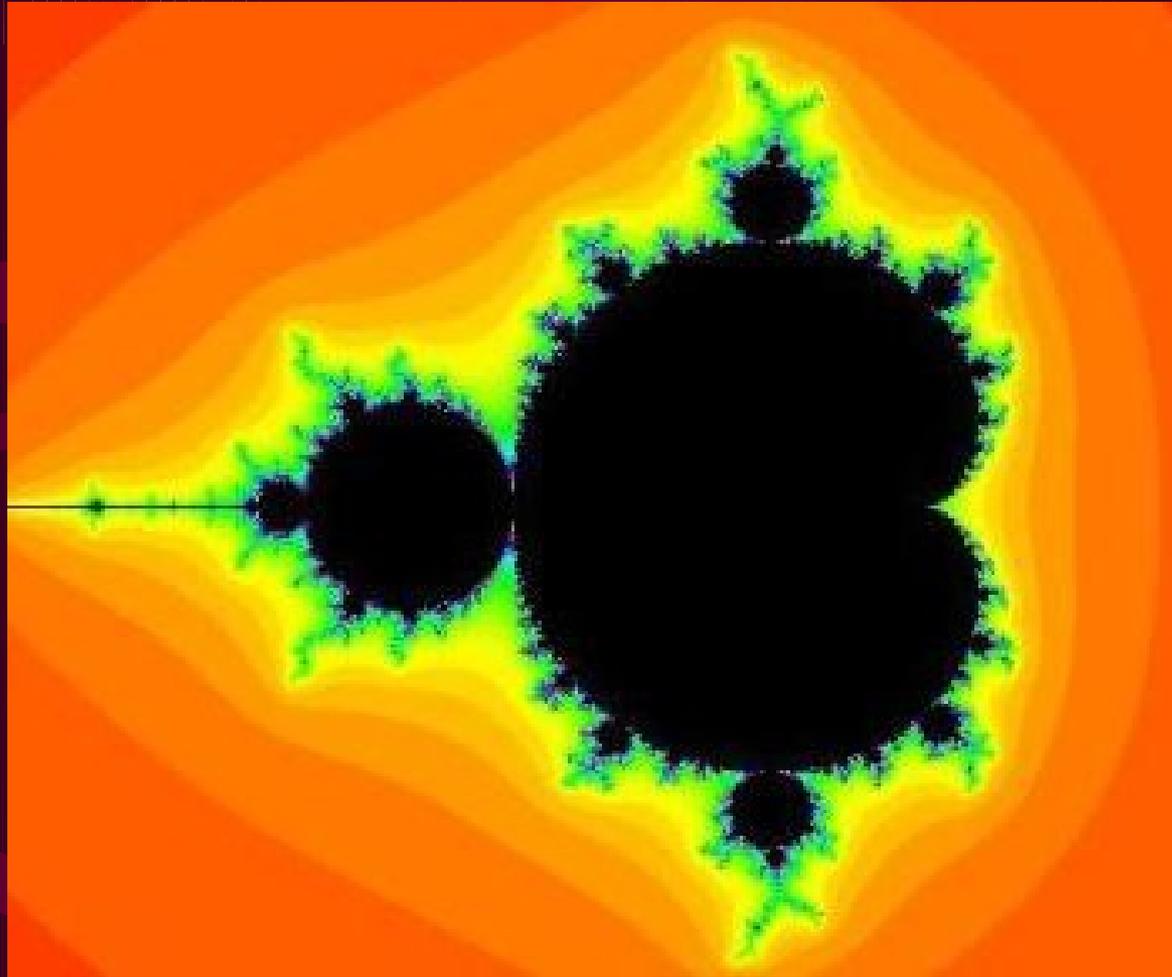
- $z_k = x_k + iy_k$ ist eine komplexe Zahl
 $z_0 = 0 + i0$ ist der Startwert der Iteration



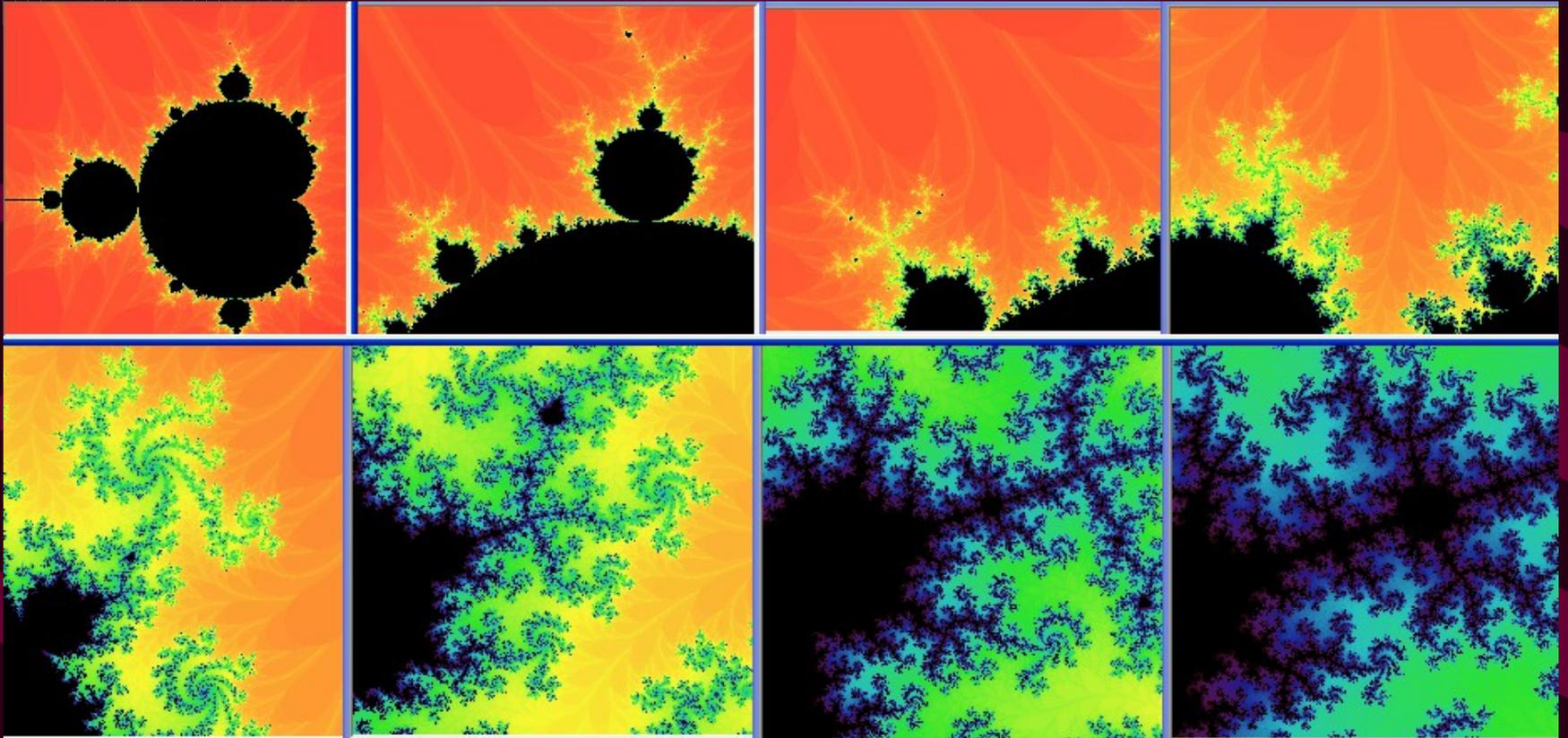
Mandelbrotfraktal $z =: z^2 + C$

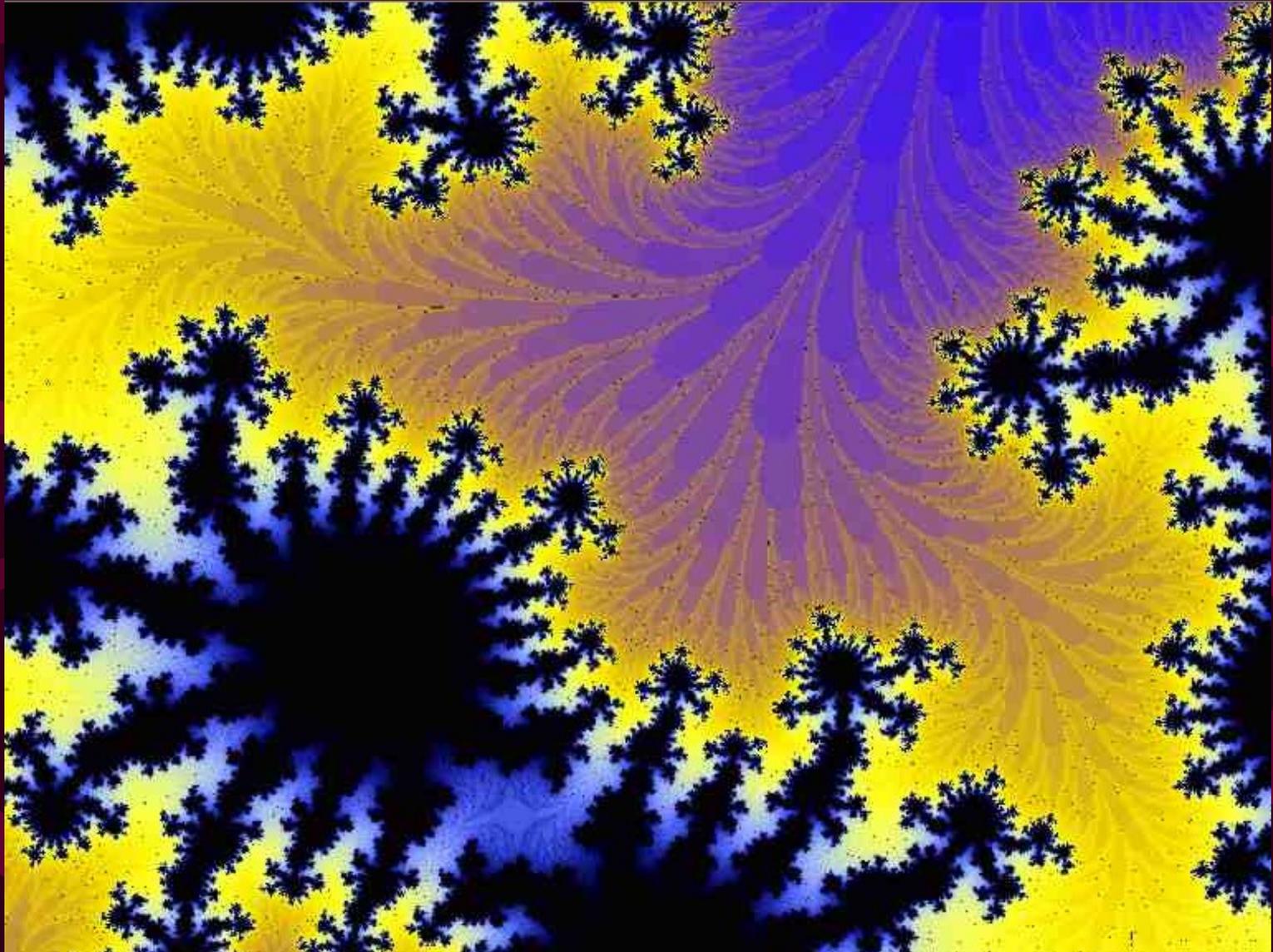


... heißt auch Apfelmännchen



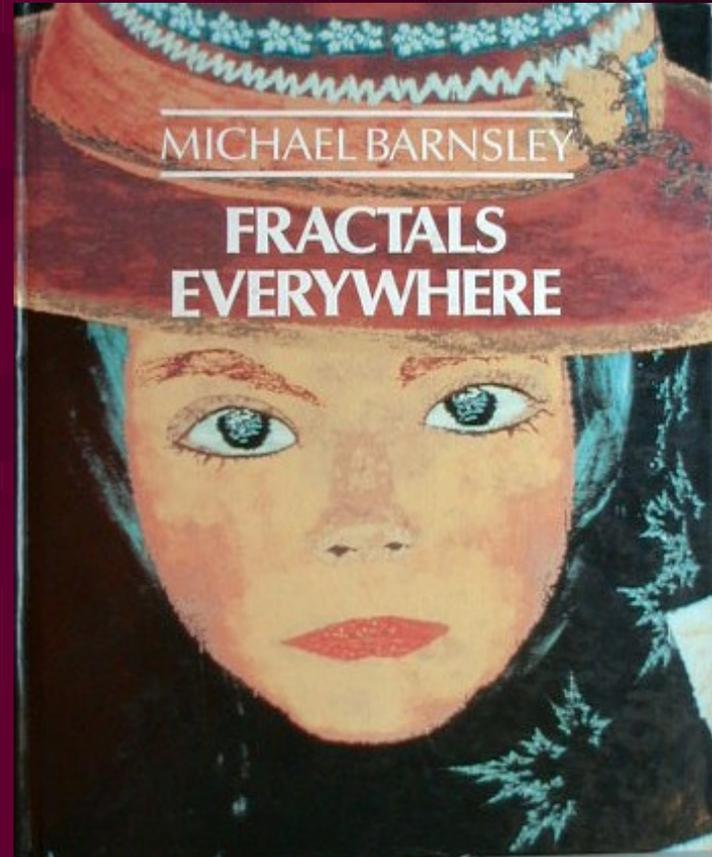
Mandelbrot-Fraktal



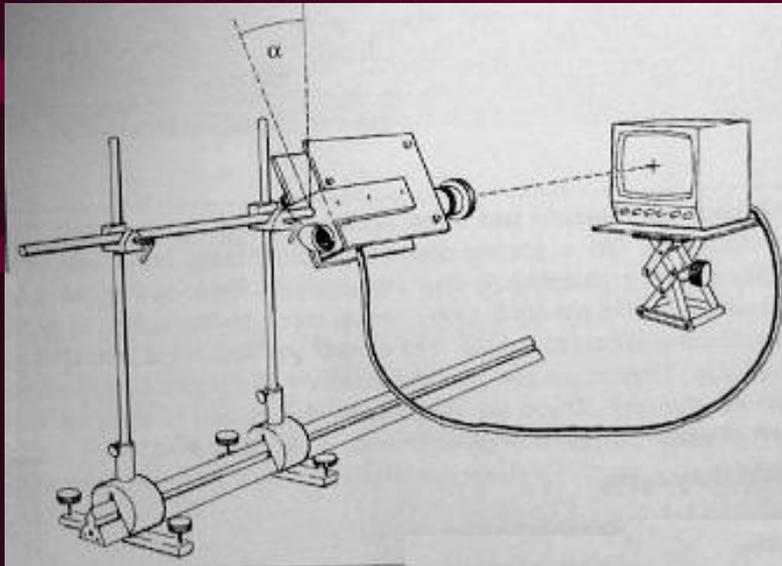


Wie entstehen Fraktale ?

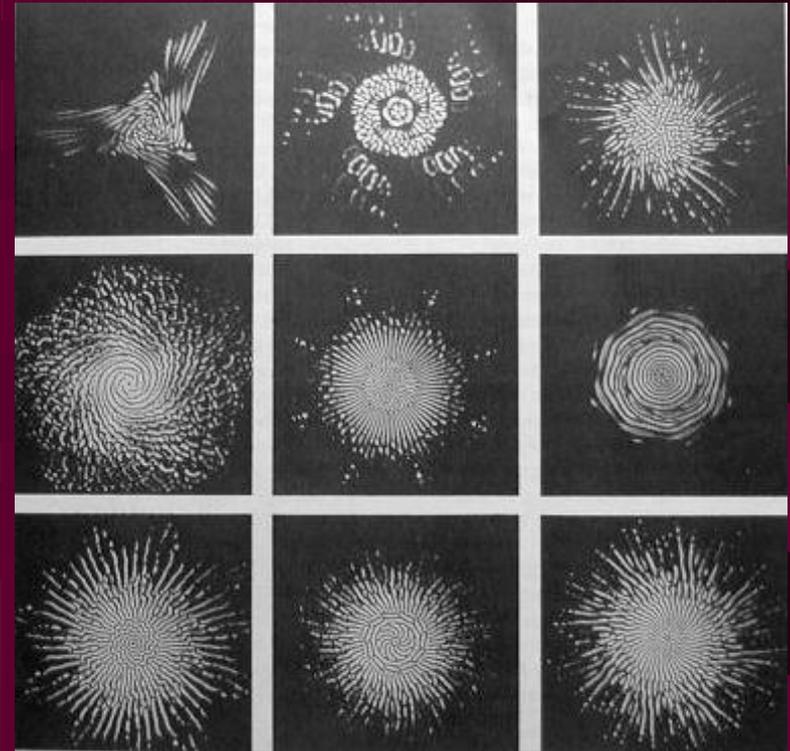
- **Fraktale entstehen**
 - durch wiederholte Anwendung
(Iteration)
 - einer definierten Vorschrift
(affine Transformation)
 - auf ein Objekt
(Erfahrung oder Denken)



Fraktale Copy Machine



Verdrehen, verschieben und
rückkoppeln von Kamera-Bildern



erzeugt Fraktale Bilder
auf dem Bildschirm !

Verdrehen und Verschieben: Multiplikation von Matrizen

$$\begin{pmatrix} a & c \\ b & d \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e \\ f \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} ax + cy \\ bx + dy \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e \\ f \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} ax + cy + e \\ bx + dy + f \end{pmatrix}$$

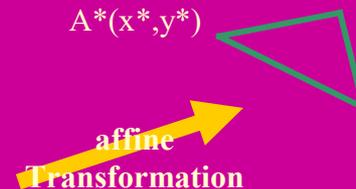
$(x,y)=(5,6)$

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 4 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 5 \\ 6 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 7 \\ 8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.5 + 3.6 \\ 2.5 + 4.6 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 7 \\ 8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.5 + 3.6 + 7 \\ 2.5 + 4.6 + 8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 30 \\ 42 \end{pmatrix}$$

$(x^*,y^*)=(30,42)$

$(x,y)=(5,6)$

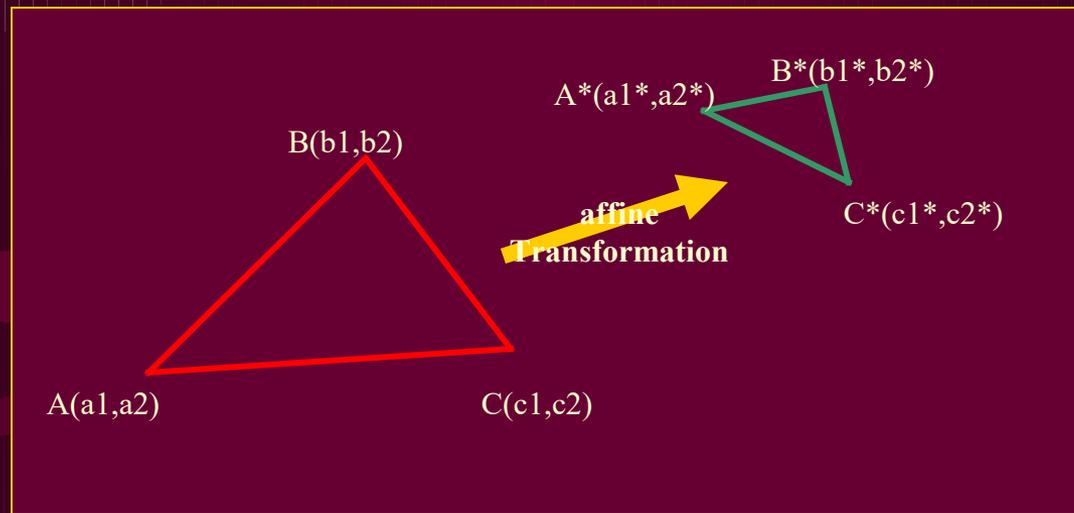
$A(x,y)$



$(x^*,y^*)=(30,42)$

Affine Transformation W

besteht aus 6 Zahlen: $W = (a,b,c,d,e,f)$



$$\triangle_{\text{green}} = W \triangle_{\text{red}}$$

$$\begin{pmatrix} a_1^* \\ a_2^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & c \\ b & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_1 \\ a_2 \end{pmatrix} + \begin{bmatrix} e \\ f \end{bmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} b_1^* \\ b_2^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & c \\ b & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \end{pmatrix} + \begin{bmatrix} e \\ f \end{bmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} c_1^* \\ c_2^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & c \\ b & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \end{pmatrix} + \begin{bmatrix} e \\ f \end{bmatrix}$$

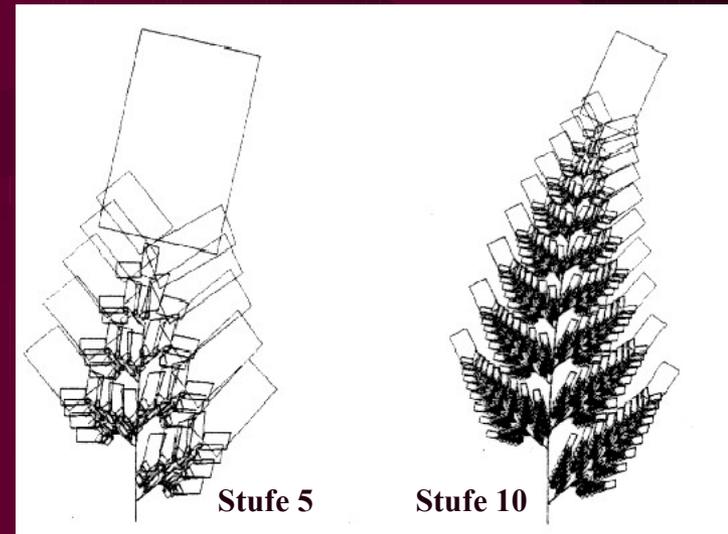
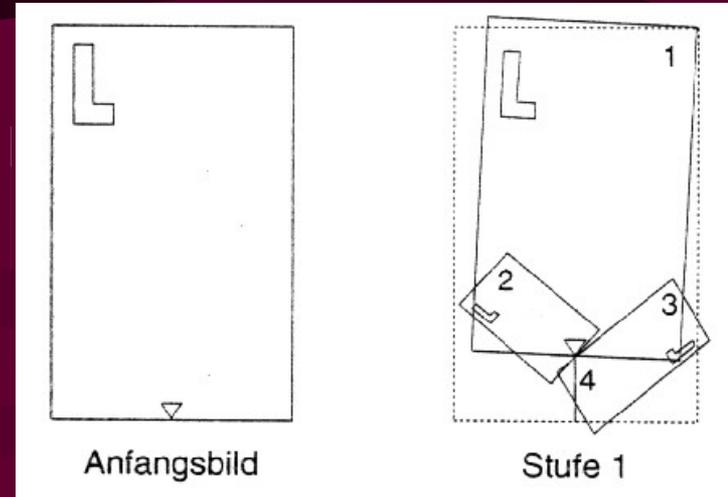
Man erhält affine Transformation W, indem man das obige System aus 6 Gleichungen löst

IFS - Fraktale

- M. Barnsley,
US-Mathematiker
- Iterierte Funktionen Systeme IFS
- „Fractals Everywhere“
- Fraktale werden durch affine Transformationen erzeugt

Stufe w

| w | a | b | c | d | e | f |
|---|-------|-------|-------|------|---|------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0.16 | 0 | 0 |
| 2 | 0.85 | 0.04 | -0.04 | 0.85 | 0 | 1.6 |
| 3 | 0.2 | -0.26 | 0.23 | 0.22 | 0 | 1.6 |
| 4 | -0.15 | 0.28 | 0.26 | 0.24 | 0 | 0.44 |

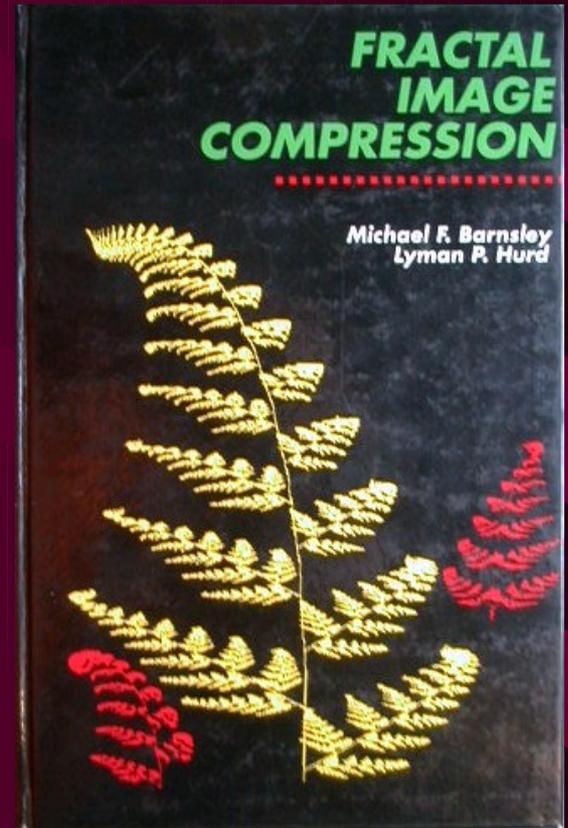


IFS von Microsoft „Encarta“ zur Datenkompression benutzt

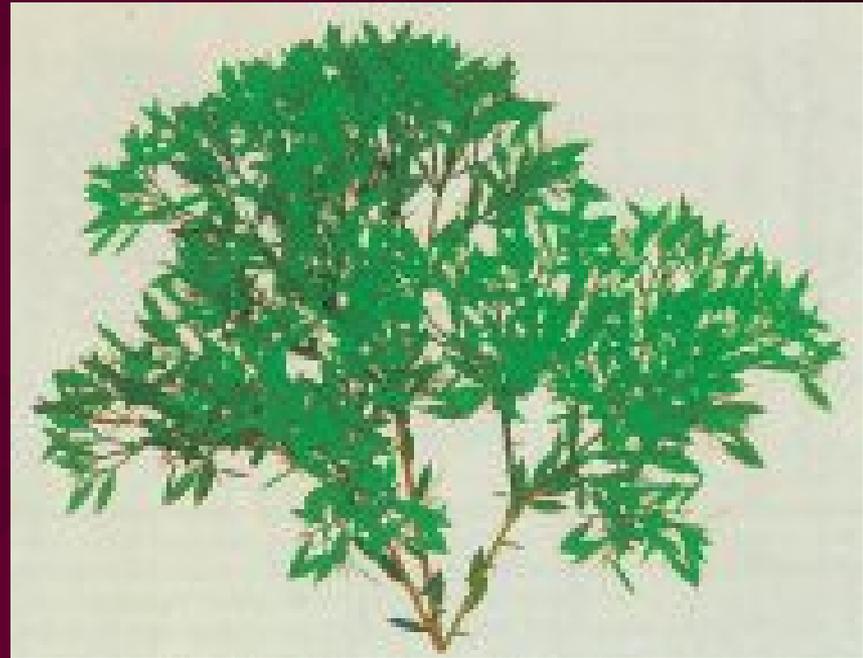
N-stufige Iterationen

Barnsley Farn – ein Fraktal

Jedes Teilfarn schaut
wie der ganze Farn aus !

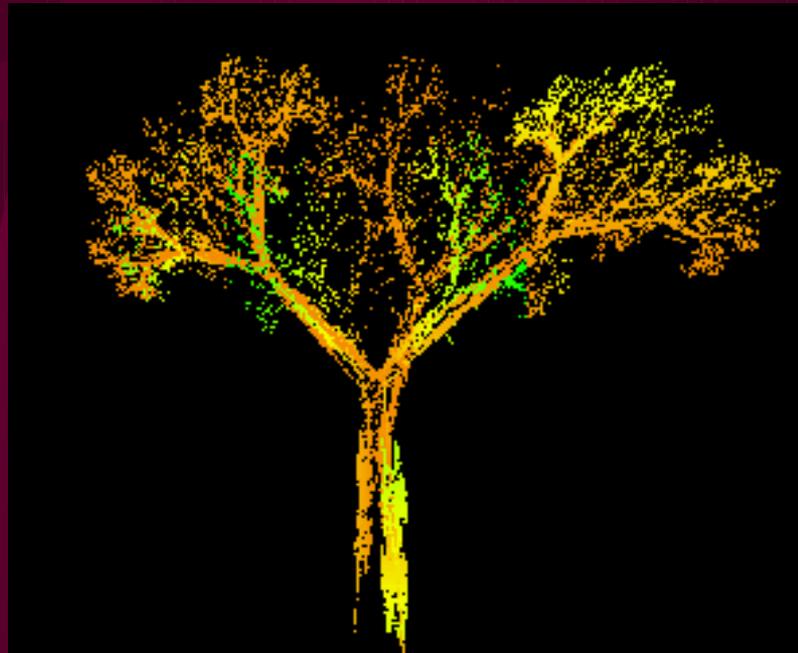


Weitere Fraktale

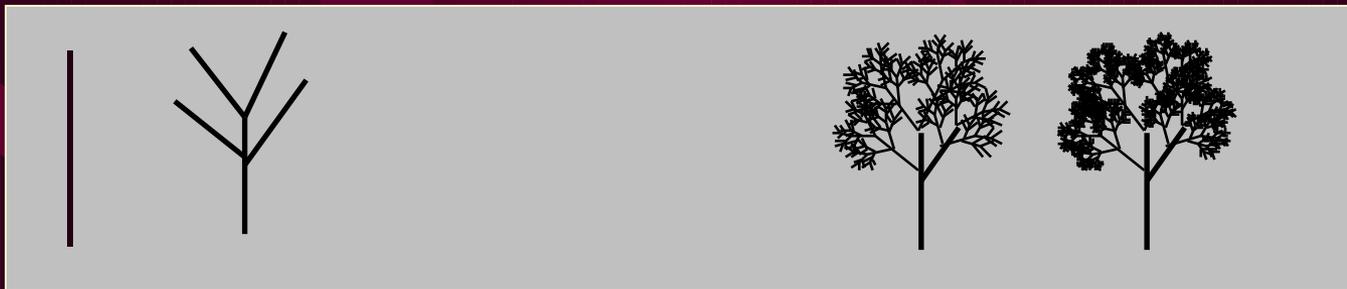
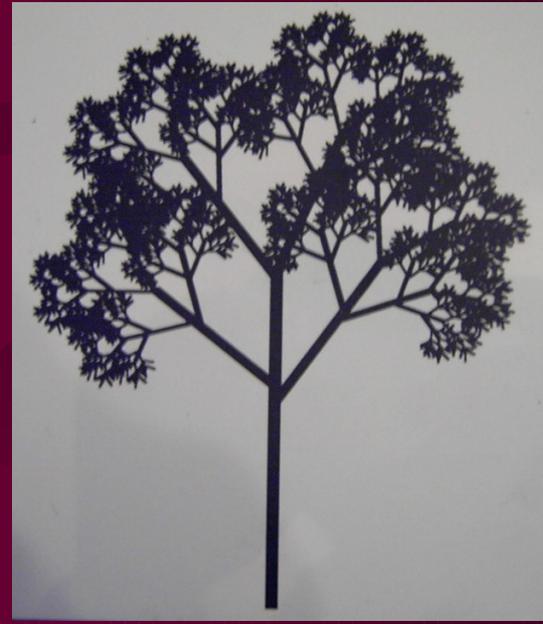


Savannenbaum: Fraktal

| A | B | C | D | E | F |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0.195 | -0.488 | 0.344 | 0.443 | 0.4431 | 0.2452 |
| 0.462 | 0.414 | -0.252 | 0.361 | 0.2511 | 0.5692 |
| -0.058 | -0.07 | 0.453 | -0.111 | 0.5976 | 0.0969 |
| -0.035 | 0.07 | -0.469 | -0.022 | 0.4884 | 0.5069 |
| -0.637 | 0 | 0 | 0.501 | 0.8562 | 0.2513 |

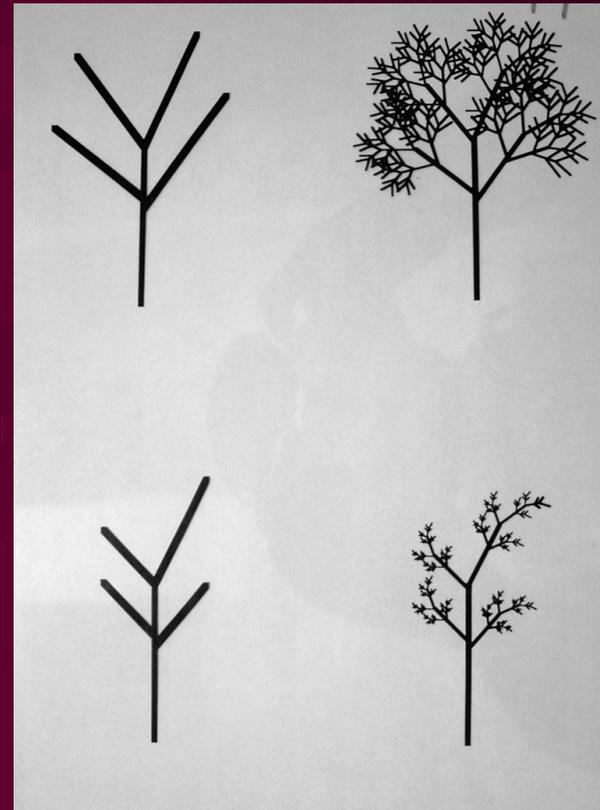


Iterierter Baum: Fraktal

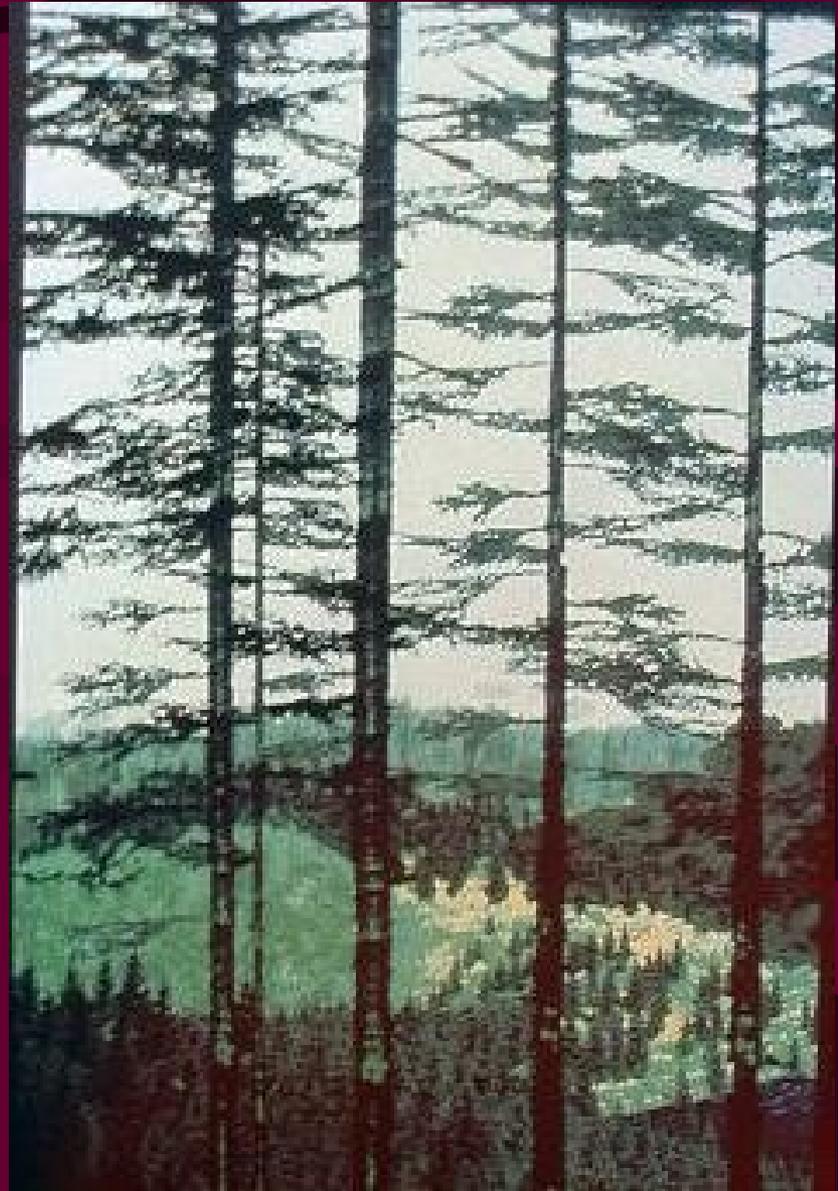


Fraktale sind sensibel

reagieren „empfindlich“
auf kleine Änderung
der affinen
Transformationen



Wald als Fraktal



Wolken als Fraktale



Fractal Compression



Original Gecko



Fractal Gecko

Fractal Compression



Original Hibiscus

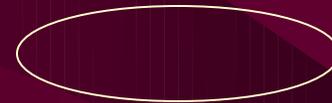
Fractaler Hibiscus

Geometrische Dimensionen

Ganzzahlige geometrische Dimensionen nennt man Euklidische Dimensionen.

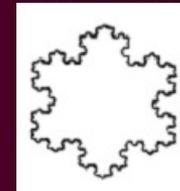
z.B. eine Gerade $D = 1$

eine Fläche $D = 2$



Gebrochenzahlige geometrische Dimensionen nennt man „Fraktale Dimensionen“

z.B. Rand einer Schneeflocke $D = 1,26185\dots$

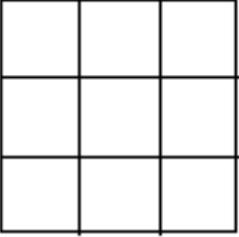
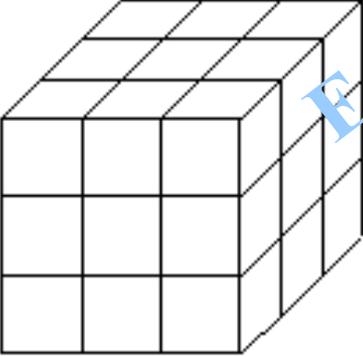


Ganzzahlige Dimension

Linie 1

Fläche 2

Raum 3

| Objekt | Teilung a | Skalierung s | Dimension |
|--|-----------|--------------|--------------------------|
|  | 3 | 3 | $\log(3) / \log(3) = 1$ |
|  | 9 | 3 | $\log(9) / \log(3) = 2$ |
|  | 27 | 3 | $\log(27) / \log(3) = 3$ |

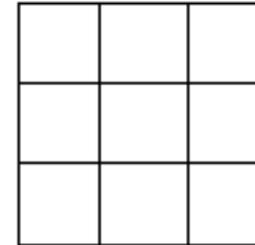
Euklidisch

Allgemeine (Hausdorff) Dimension D

Fläche D=2

Quadrat:

| Anzahl der Teile (a) | Verkleinerungsfaktor (s) |
|----------------------|---------------------------|
| $4 = 2^2$ | $\frac{1}{2}$ |
| $9 = 3^2$ | $\frac{1}{3} \Rightarrow$ |
| $16 = 4^2$ | $\frac{1}{4}$ |



$$\Rightarrow a = \left(\frac{1}{s}\right)^2$$

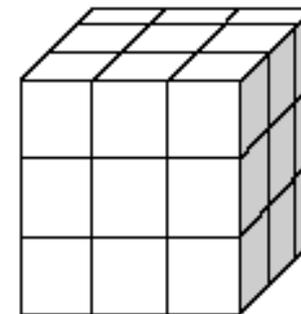
Allgemein:

$$a = (1/s)^D$$

$$D = -(\ln a / \ln s)$$

Würfel:

| Anzahl der Teile (a) | Verkleinerungsfaktor (s) |
|----------------------|---------------------------|
| $8 = 2^3$ | $\frac{1}{2}$ |
| $27 = 3^3$ | $\frac{1}{3} \Rightarrow$ |
| $64 = 4^3$ | $\frac{1}{4}$ |



$$\Rightarrow a = \left(\frac{1}{s}\right)^3$$

Raum D=3

*Fraktale Dimension
ist gebrochenzahlig
(engl. fractal)*

$$D = \log \text{Teile} / \log \text{Skalierung}$$

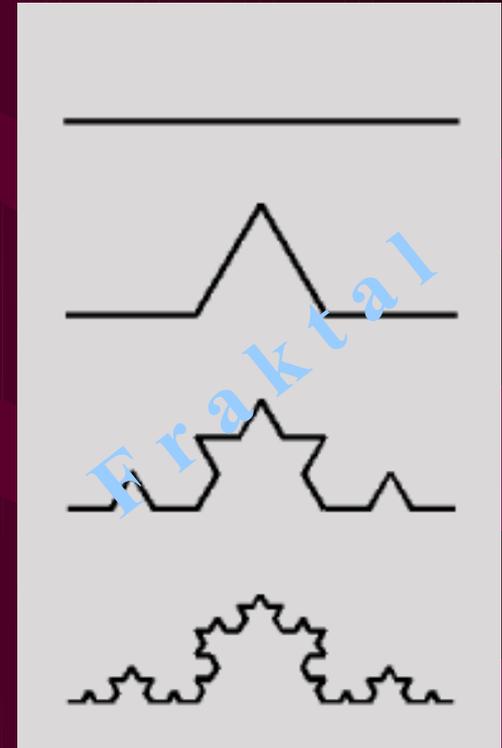
Allgemein:

$$a = (1/s)^D$$

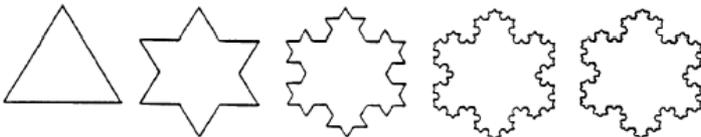
$$D = - (\ln a / \ln s)$$

Gebrochenzahlige Dimension

- **Koch'sche Kurve**
- $s = 1/3$ Verkleinerung
- $a = 4$ Teile
- $D = -\ln a / \ln s = -\ln 4 / \ln(1/3) = \ln 4 / \ln 3 = 1,26185\dots$
- **Fraktaldimension $D=1,2619$**



$$D_{S,Koch} = -\frac{\ln a}{\ln s} = \frac{\ln 4}{\ln 3} \approx 1,2619$$



Koch'sche Kurve
Schneeflocke

$$D = \ln a / \ln s$$



$$D = 1,26$$

Beispiele zur Berechnung der fraktalen Dimension mittels Boxenzählen

Kochsche Schneeflocke:

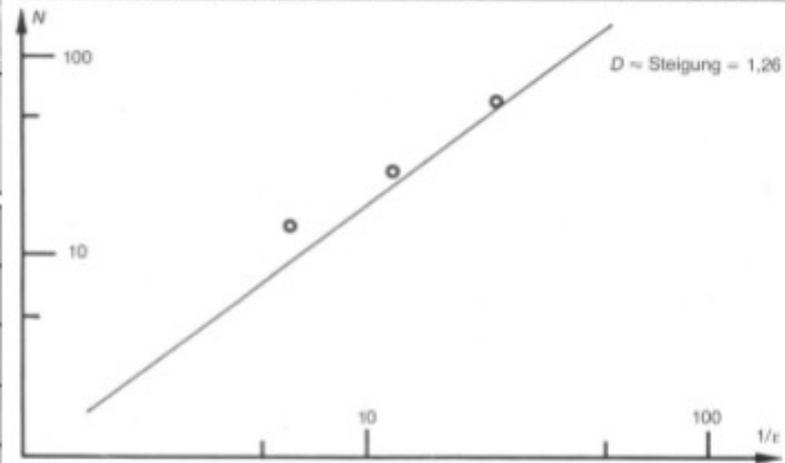
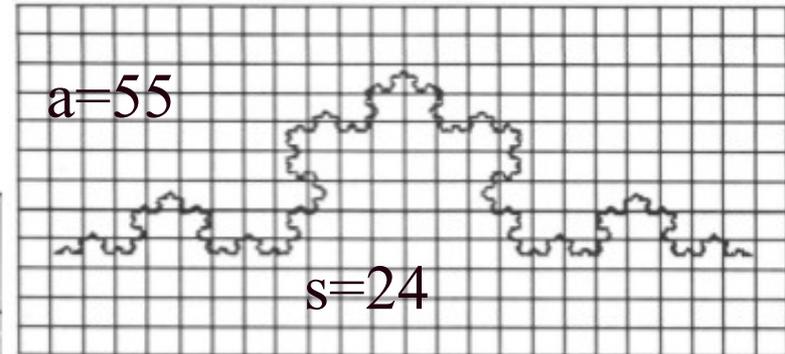
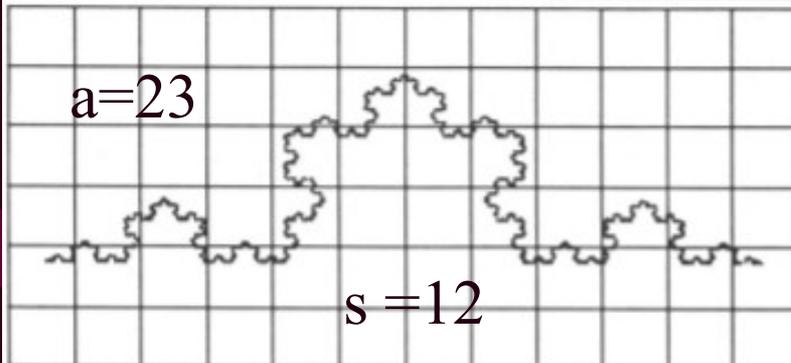
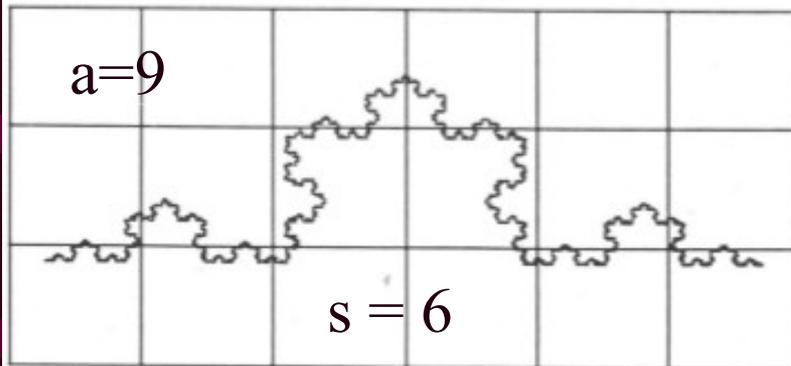


Bild 13: Die fraktale Dimension eines gegebenen geometrischen Objekts – hier der Kochschen Schneeflockenkurve – läßt sich durch Maschenzahlen bestimmen. Gezählt wird dabei die Anzahl N der Quadrate, die das Objekt

überdecken. Die Beziehung zwischen N und der Maschenweite ϵ wird im doppellogarithmischen Diagramm deutlich: die Werte liegen auf einer Geraden mit Steigung $\log N / \log(1/\epsilon)$, die gerade der fraktalen Dimension D entspricht.

$$1,23 = \frac{\ln 9}{\ln 6}$$

$$1,26 = \frac{\ln 23}{\ln 12}$$

$$1,26 = \frac{\ln 55}{\ln 24}$$

Fraktale in Mathematik

W. Sierpinski 1882 – 1969

polnischer Mathematiker

Sierpinski-Dreieck als Fraktal



Verkleinerung
 $s=1/2$

Anzahl
 $a=3$

A large Sierpinski triangle fractal. The top portion is light blue, and the bottom portion is red. The fractal is composed of smaller triangles, with the central triangle of each iteration being removed.

Sierpinski-Tetraeder

A diagram illustrating the construction of a Sierpinski tetrahedron. It shows a single blue tetrahedron, followed by four smaller tetrahedrons (one blue, one red, one green, one yellow) arranged to form a larger tetrahedron. This process is repeated, with the text indicating that four more of these smaller tetrahedrons are added to each of the four faces of the previous stage.

Wir beginnen mit einem kleinen Tetraeder, ...

... kleben vier davon zusammen, ...

...kleben davon wieder vier zusammen usw. ...

$$D = -\ln a / \ln s = -\ln 3 / \ln(1/2) = \ln 3 / \ln 2 = 1,58496 \dots$$

Bakterienwachstum: Fraktal



Blitz: Fraktal



Karfiol: Fraktal

- **Karfiol = Blumenkohl**

ist eine selbstähnliche Ganzheit:

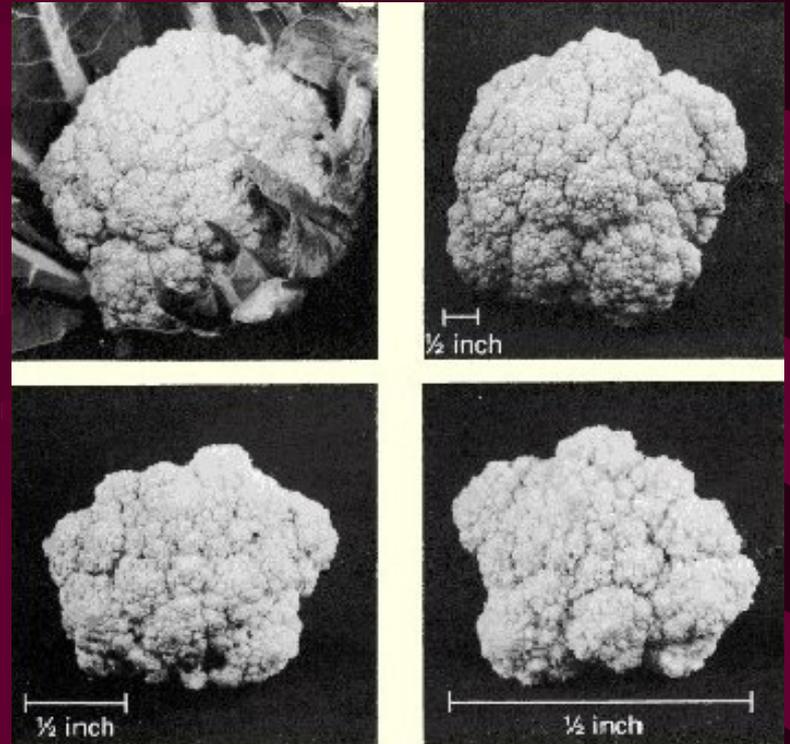
kleine Rose sieht aus wie
die ganze Karfiolrose



Romansco



Karfiol

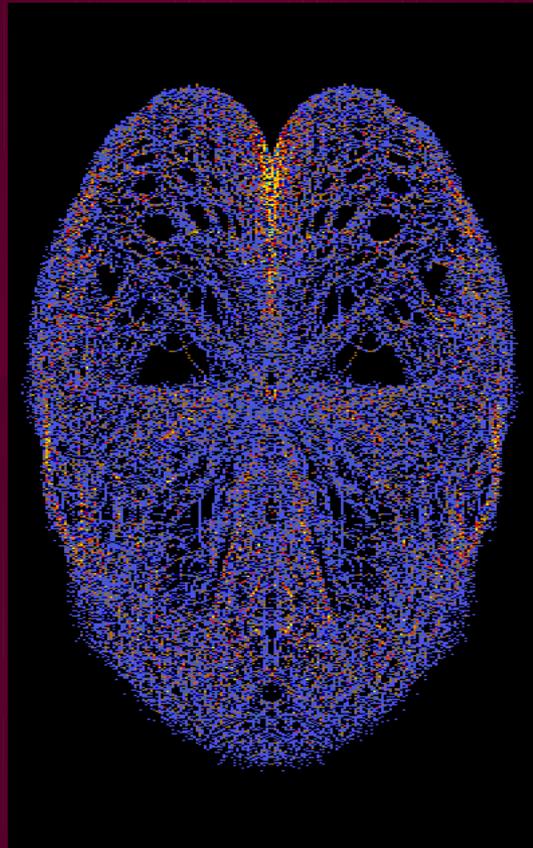


Fraktale Netzwerke

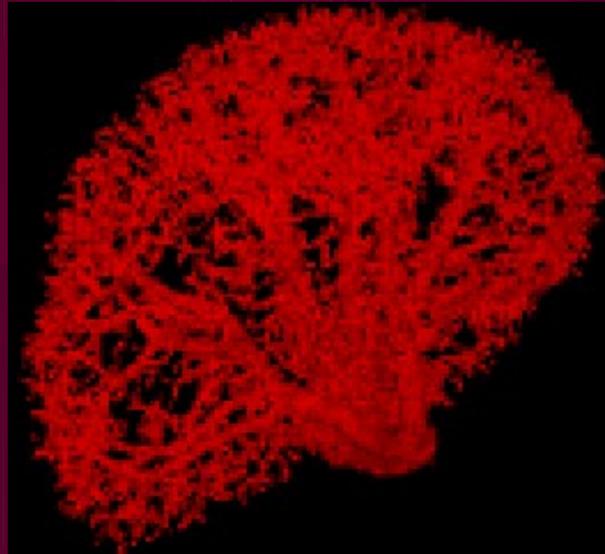
- **Gehirn**
- Neuronen und Synapsen bilden ein Netzwerk
- Gehirnorganisation und -funktion wird häufig holographisch – dynamisch betrachtet



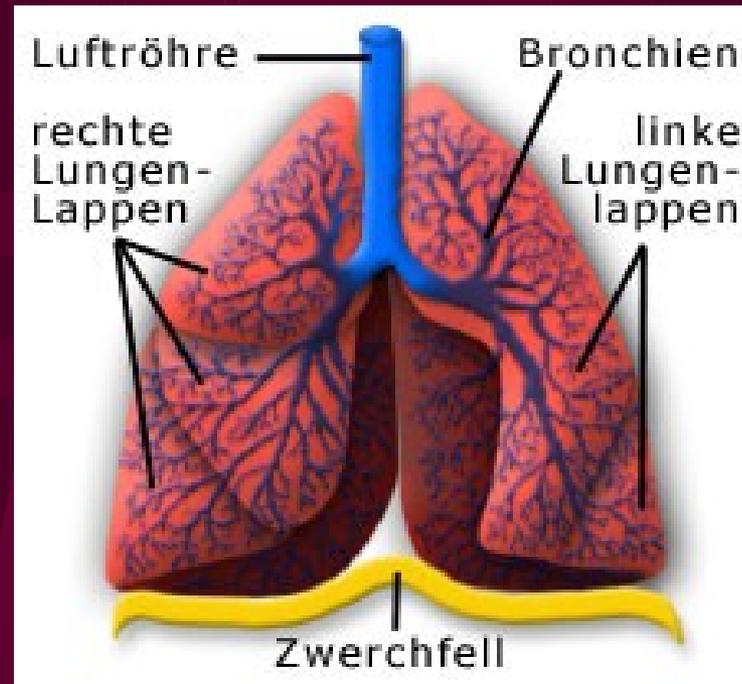
Gehirn: Fraktal



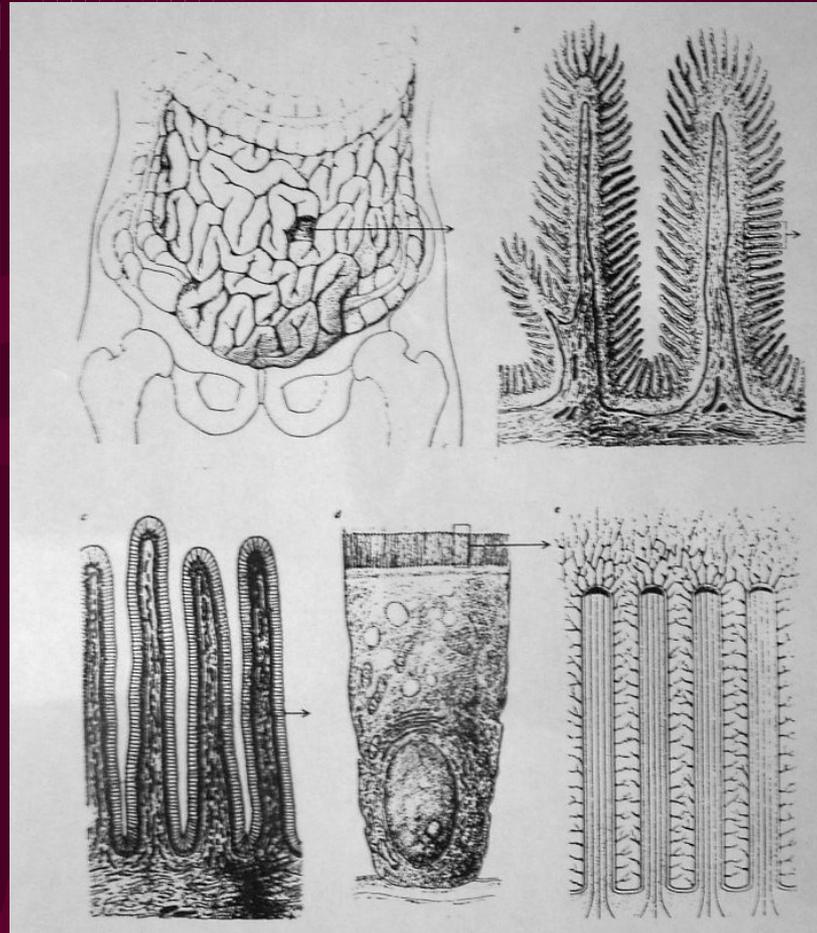
Blutgefäße der Niere: Fraktal



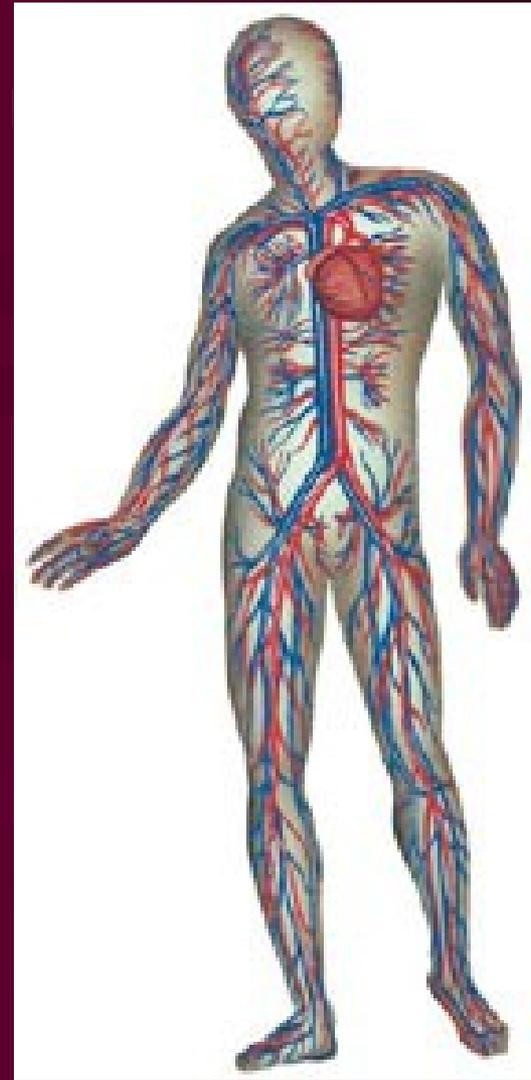
Lunge: Fraktal



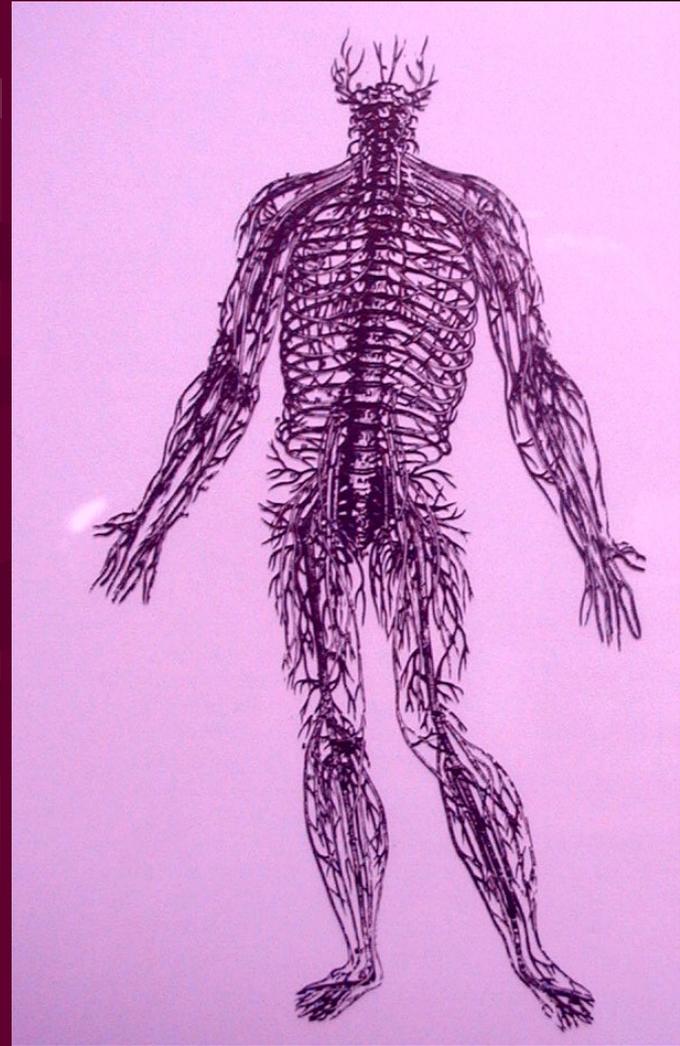
Darm: Fraktal



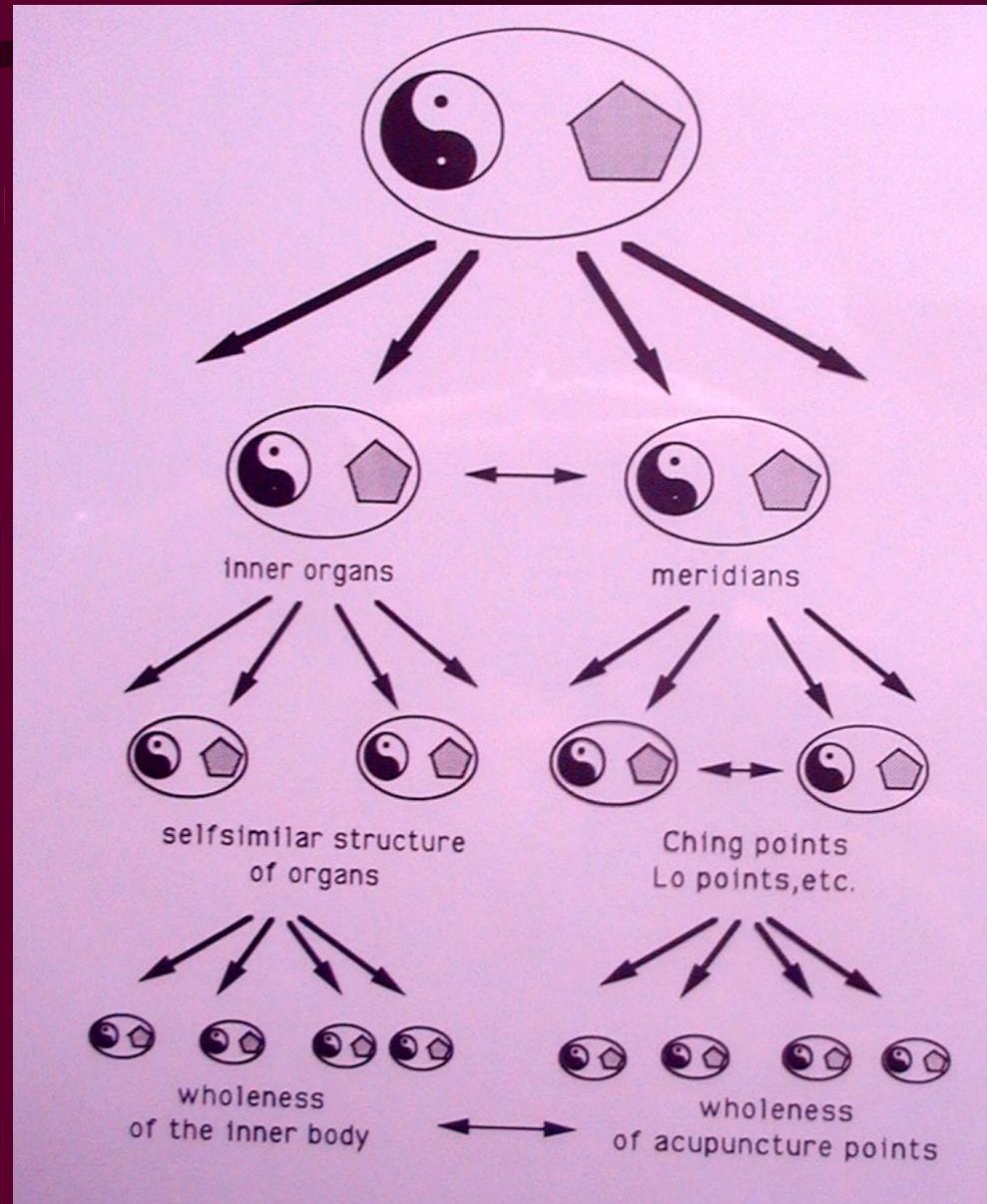
Gefäßsystem: Fraktal



Nervensystem: Fraktal

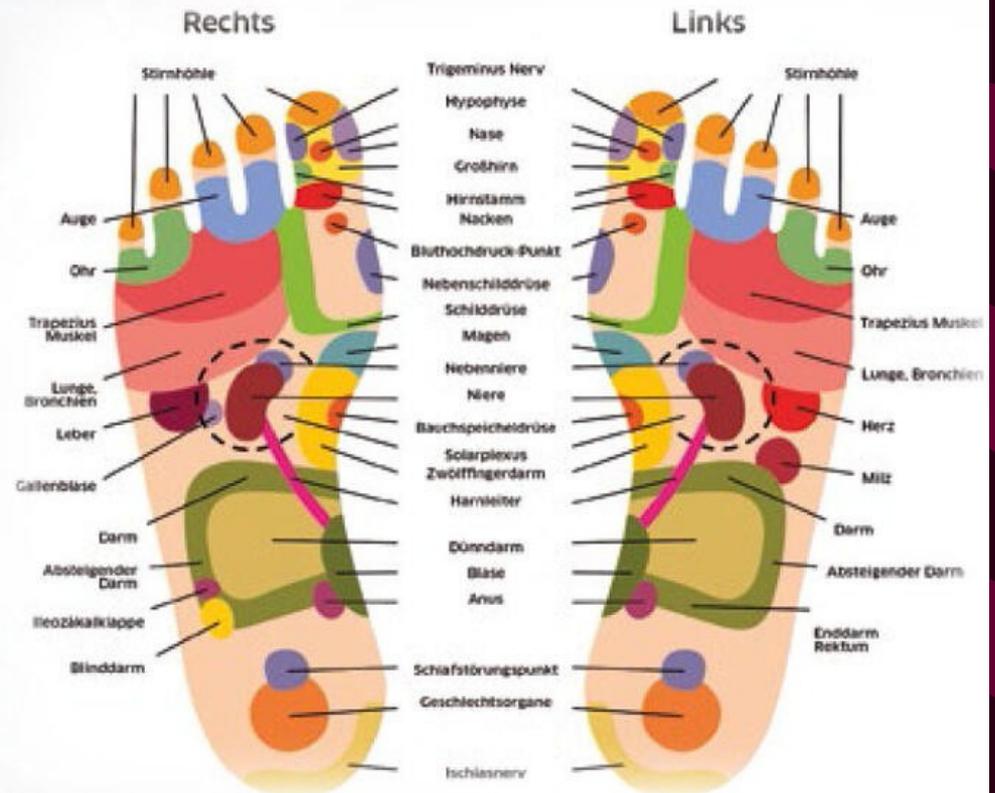


Fraktale Struktur des Organismus aus der Sicht der TCM

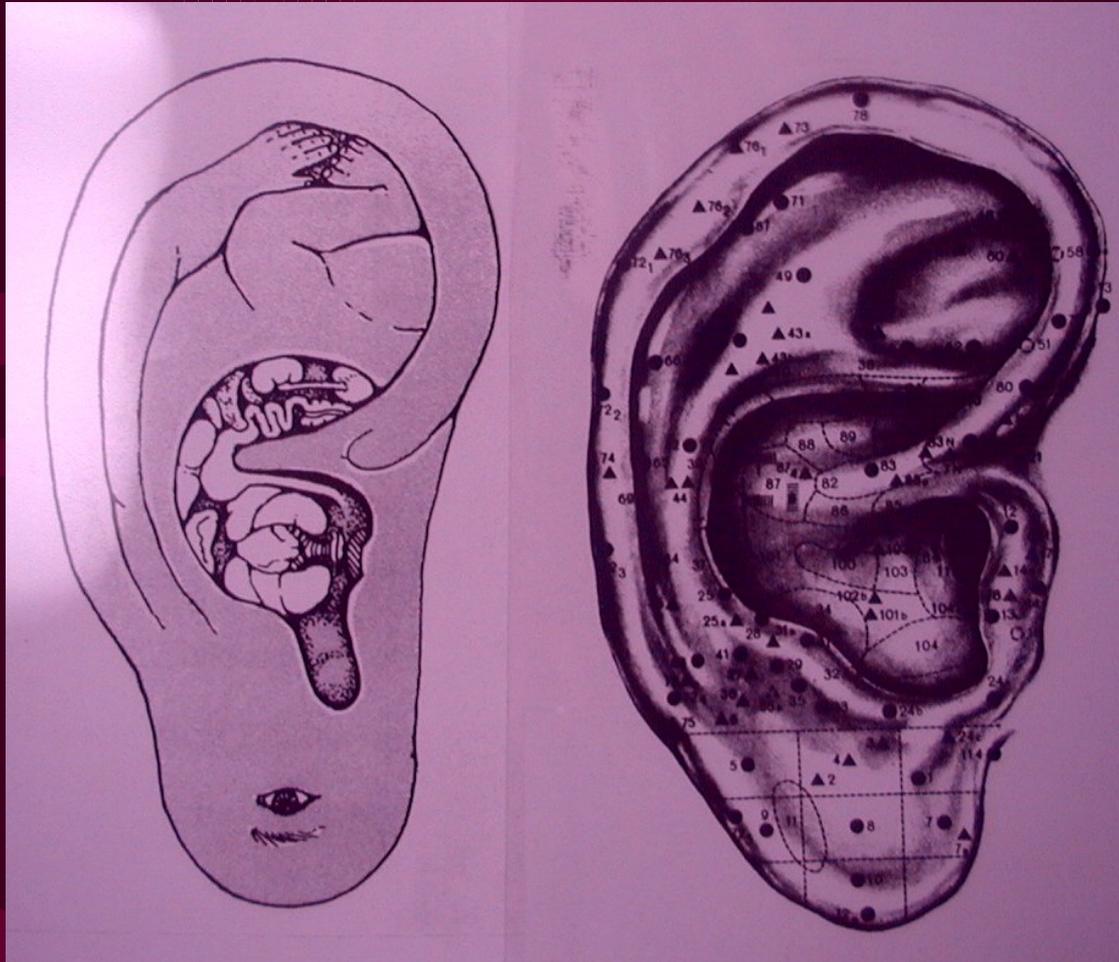


Fraktale Reflex- zonen im Menschen

Abb. 7: Die Reflexzonen am Fuß – dieselben Reflexzonen findet man an der Hand, im Ohr und letztlich überall im Menschen. Alles ist mit allem verbunden.

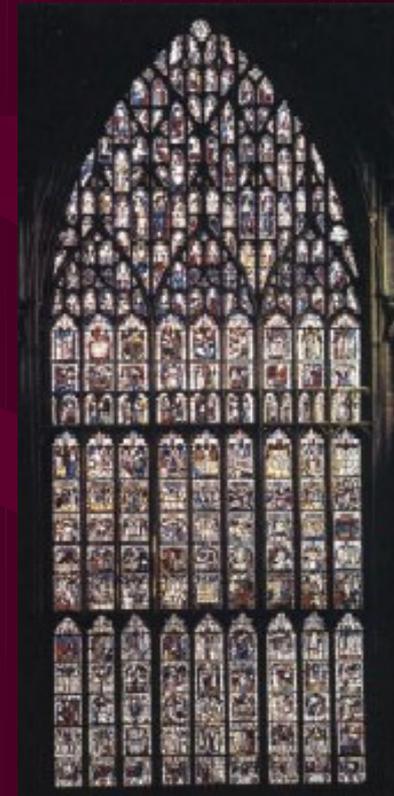
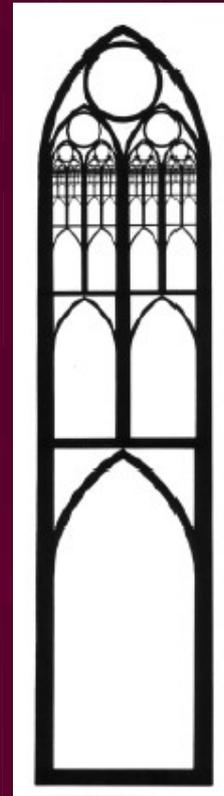


Fraktale Ohrpunktur



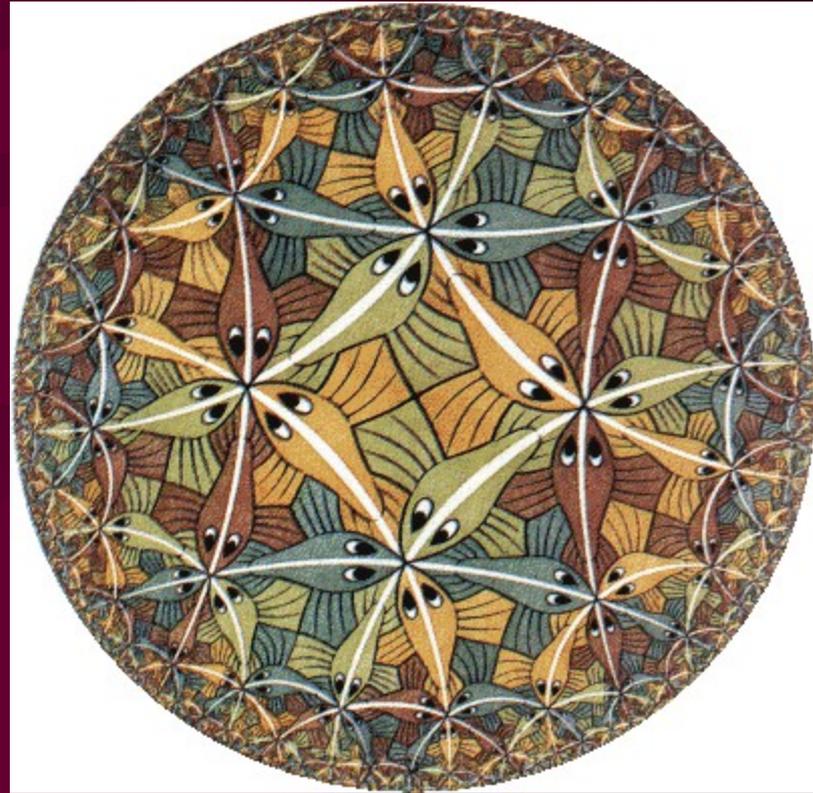
Fraktale in der Baukunst

- Gotikfenster (1405-1408)
in der Kathedrale von
York

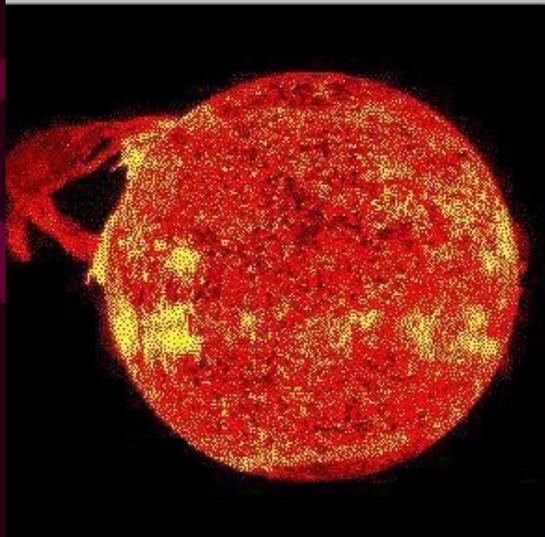
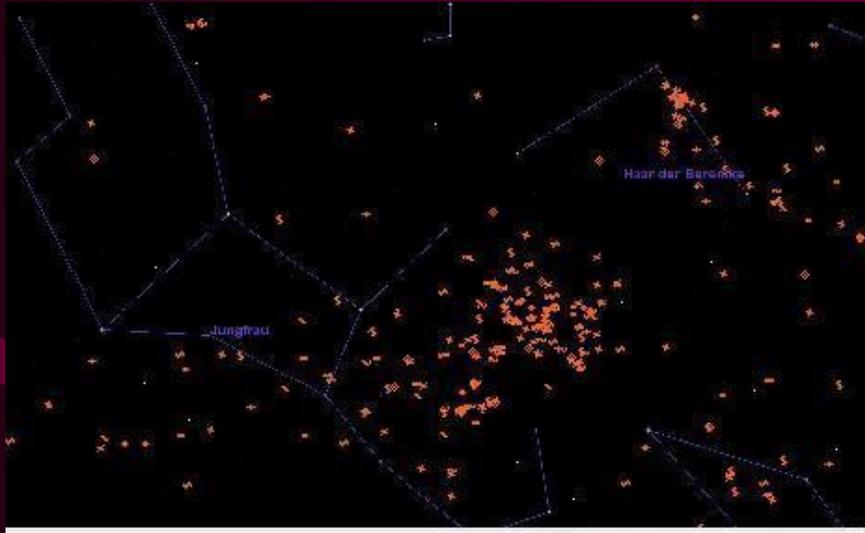


Fraktale in der Malerei

M.C. Escher 1959
Kreislimit



Kosmische Hierarchien



Galaxien in der Tiefe des Kosmos

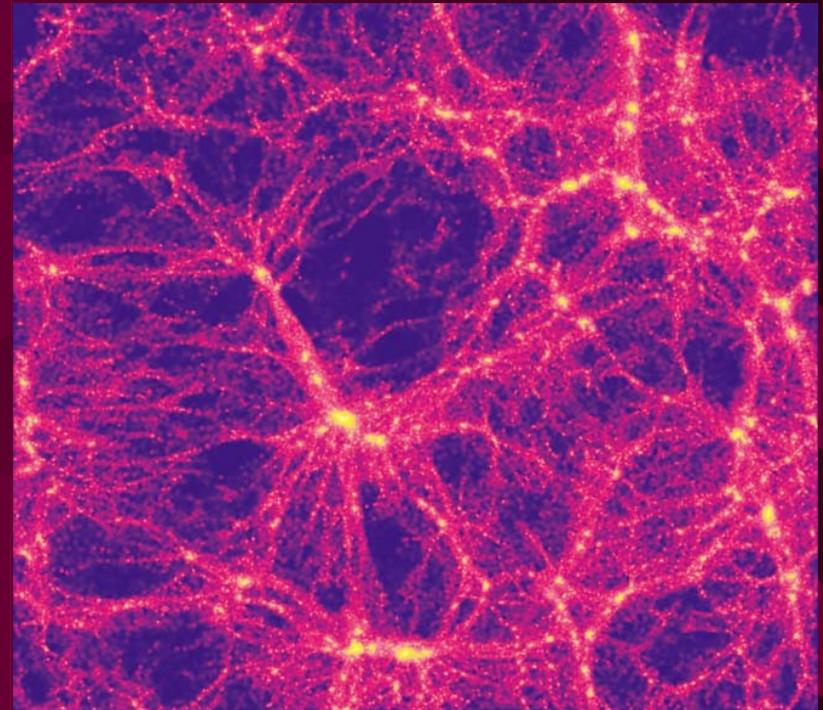
Alles Galaxien –
einige davon sind
bis zu 10 Milliarden
Lichtjahre entfernt.

Aufnahme mit
Hubble-Teleskop
im Jahre 1996



Kosmos als fraktales Netzwerk

- Netzwerkartige Organisation der Materie (Galaxien, Nebelsysteme) im gegenwärtigen Kosmos
- Aus Messungen über die Verteilung von Galaxien in Teilausschnitten des Himmels berechneten Computer dieses fraktale (selbstähnliche) Netzwerk

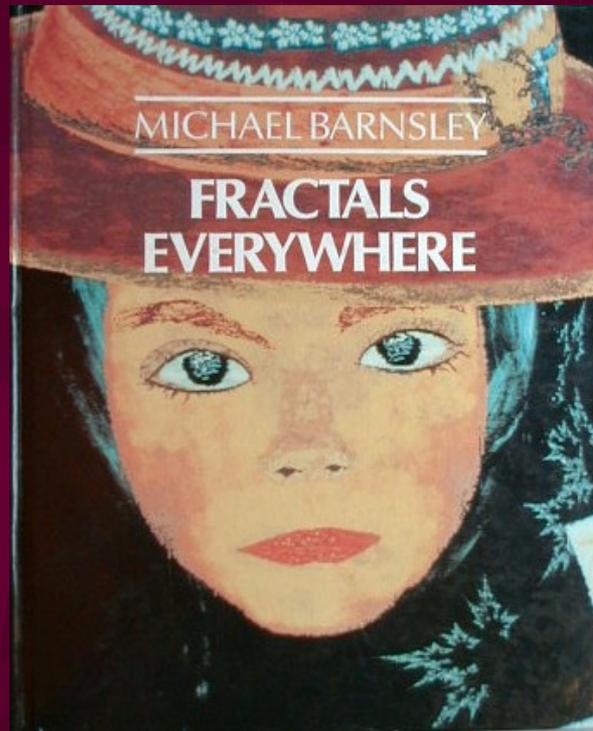


Literatur für Mathematiker

Benoit Mandelbrot

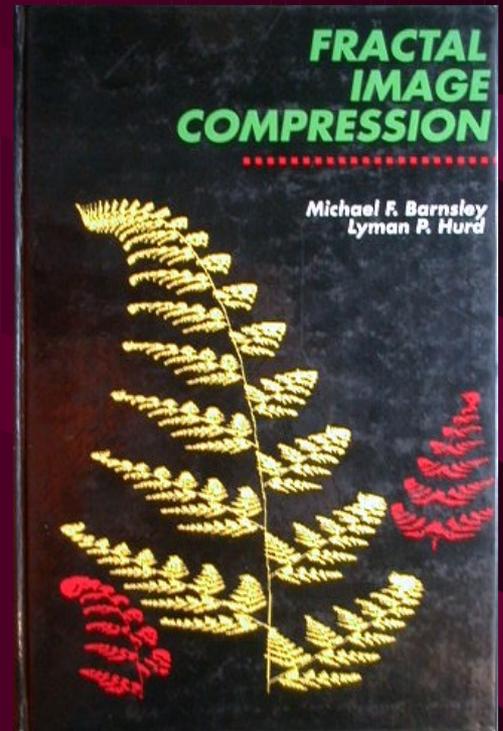


Fractal Geometrie of Nature



MICHAEL BARNSLEY

FRACTALS
EVERYWHERE

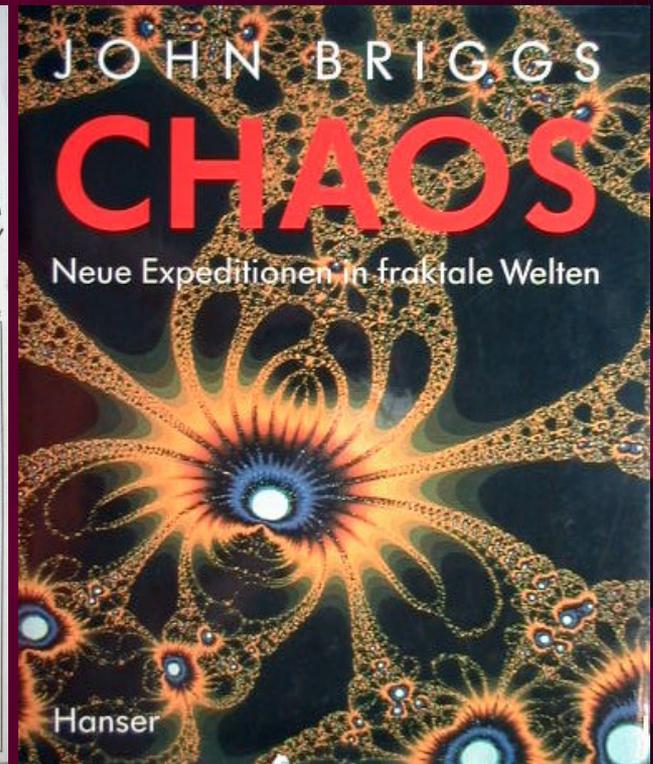
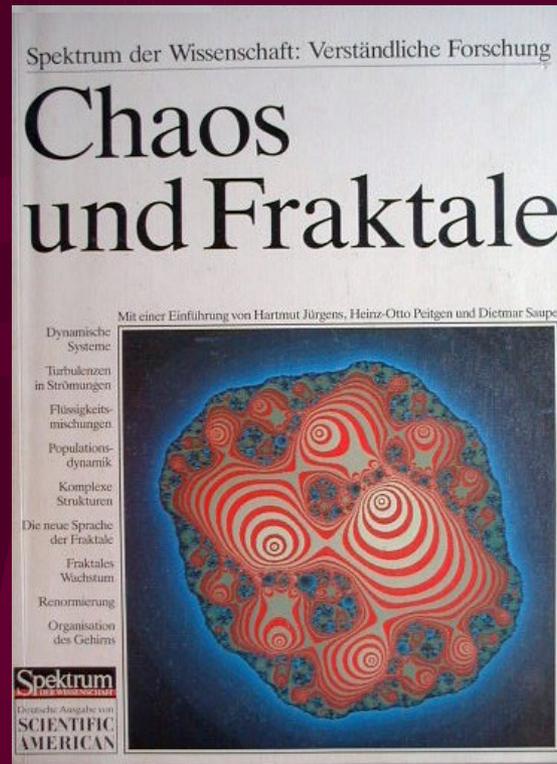
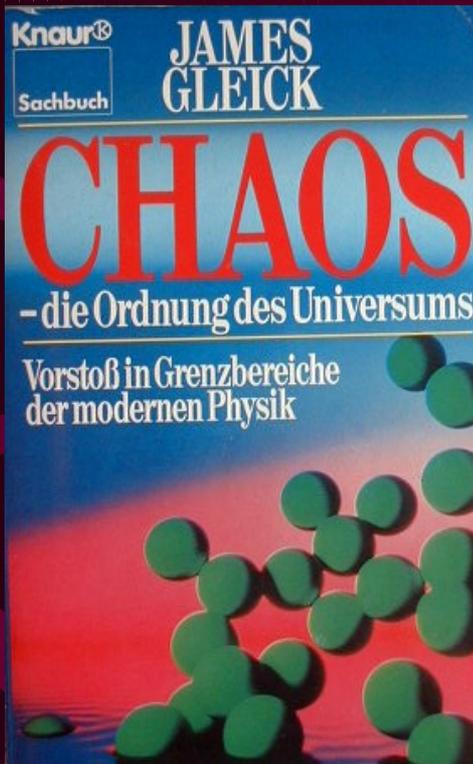


FRACTAL
IMAGE
COMPRESSION

Michael F. Barnsley
Lyman P. Hurd

Literatur

Populärwissenschaft und Kunst



Teil 2

Fraktale Dynamik

Zeitinvariante Naturgesetze !
Zeitvariante Naturgesetze !

Zwei Arten
von Naturgesetzen ???

Zeitinvariante Naturgesetze !

**Newtons Gleichungen
der Mechanik**

**Maxwell Gleichungen
der Elektrodynamik**

Newtons Gesetze der Mechanik sind invariant bei Zeitumkehr $t \Rightarrow -t$

- **Isaac NEWTON (1642 - 1726)**
„Mathematische Prinzipien der Natur“ 1687
- Historisch erhielt Newton aus den Keplergesetzen und seinen „Prinzipien der Natur“ das Gesetz der Gravitation (in: M. Born, Natural Philosophy of Cause and Chance, Clarendon Press, Oxford 1949)
- Umgekehrt ließen sich aus Newtons Prinzipien und dem Gravitationsgesetz die Gesetze der Planetenbewegung herleiten und die Bahnen der Planeten (Zeit-Energie, Ort-Impuls) voraussagen.
- Mit dieser Prognose wurde Newton zum Heros über Jahrhunderte, dessen Geist sogar die Planetenbewegung erfassen konnte.
- Die Objektbahn war für Zukunft und Vergangenheit gleich, die Zeit schien daher eine Illusion zu sein.



I. Newton

Newton's „Principia mathematica philosophiae naturalis“ 1687

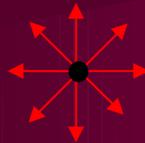
- **1) Trägheitsprinzip:** $\mathbf{v} = d\mathbf{r}/dt = \text{const}$ für $\mathbf{b} = d\mathbf{v}/dt = 0$ oder: Alle Körper verharren im Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Bewegung, falls sie nicht gezwungen werden, diesen Zustand zu ändern. Darüber hatte schon Galilei in seinen „Discorsi“ berichtet.
- **2) Aktionsprinzip:** $\mathbf{K} = m \cdot \mathbf{b}$, Kraft ist Masse m mal Beschleunigung \mathbf{b} ; das wichtigste Merkmal einer Kraft ist, die Geschwindigkeit eines Körpers zu verändern. Verdoppelt man die Masse m eines Körpers, so muß man auch die Kraft verdoppeln, um die gleiche Änderung der Geschwindigkeit wie an der einfachen Masse hervorzurufen.
- $\mathbf{b} = d\mathbf{v}/dt = d^2\mathbf{r}/dt^2 \Leftrightarrow d^2\mathbf{r}/d(-t)^2 = d^2\mathbf{r}/dt^2$ mit $t \Rightarrow -t$: invariant !!!
- **3) Reaktionsprinzip:** $\mathbf{K} = -\mathbf{K}'$ Die Kraft eines Körpers \mathbf{K} auf einen zweiten ist gleich groß, aber entgegengesetzt gerichtet der Kraft \mathbf{K}' des zweiten Körpers auf den ersten

Maxwells Gesetze der Elektrodynamik invariant bei Zeitumkehr $t \Rightarrow -t$

- **J.C. Maxwell (1831-1879)**
- L. Boltzmann: „War es ein Gott, der diese Zeichen schuf?“

$$\operatorname{div} \mathbf{E} = \rho$$

Quellen von \mathbf{E} Ladungen



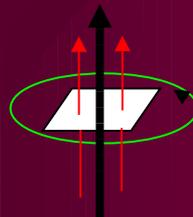
$$\operatorname{div} \mathbf{H} = 0$$

Keine Quellen von \mathbf{H}



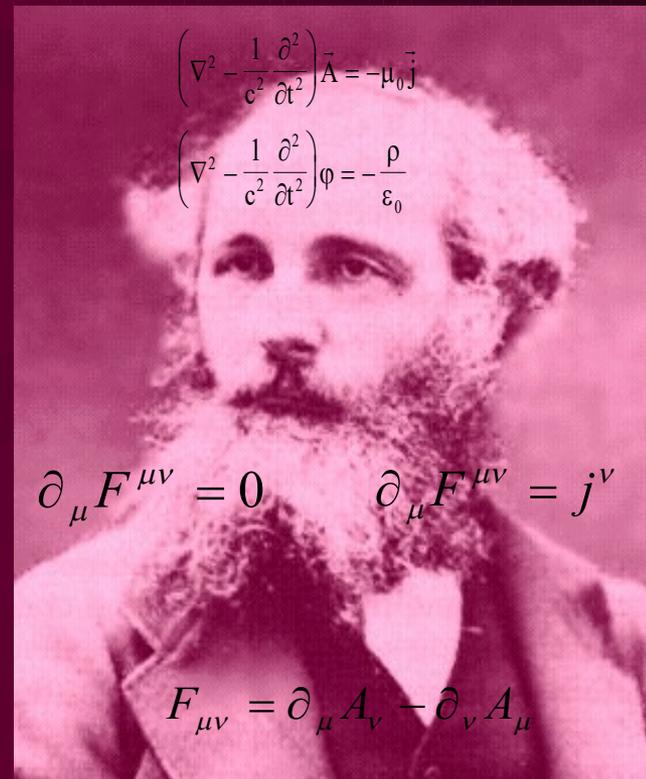
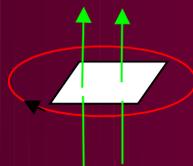
$$\operatorname{rot} \mathbf{H} = \frac{d\mathbf{E}}{dt} + \mathbf{j}$$

Änderung von $\mathbf{E} \Rightarrow \mathbf{H}$



$$\operatorname{rot} \mathbf{E} = -\frac{d\mathbf{H}}{dt}$$

Änderung von $\mathbf{H} \Rightarrow \mathbf{E}$

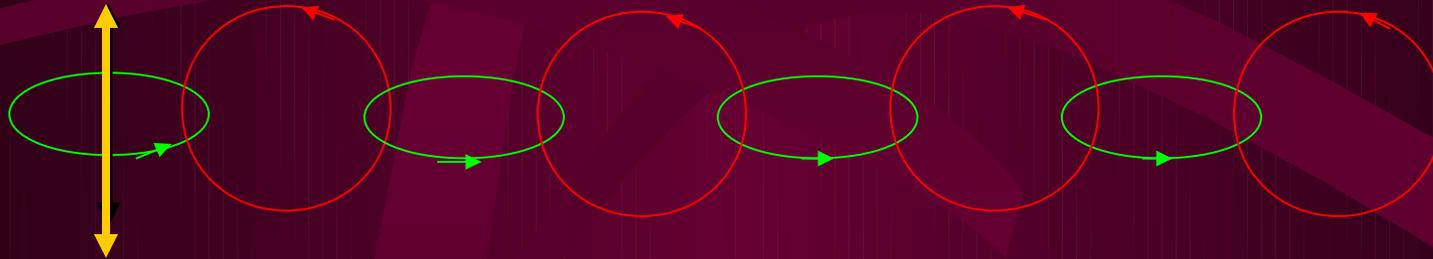


J.C. Maxwell

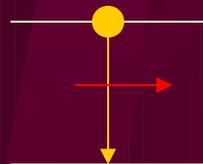
Elektromagnetische Wellen folgen aus Maxwellgleichungen

Schwingen elektrische Ladungen mit Frequenz ω ,
so erzeugen sie abwechselnd **magn. H-** und **elektr. E-**Felder:
 \Rightarrow **Elektromagnetische Wellen**,
 die sich mit Lichtgeschwindigkeit $c = \omega/k$ ausbreiten

Elektronen im Leiter:
z.B. Radiowellen



Elektronen im Atom:
z.B. Licht



$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_0 \cdot e^{i(\mathbf{k}\mathbf{r} - \omega t + \varphi)}$$

$$\mathbf{H} = \mathbf{H}_0 \cdot e^{i(\mathbf{k}\mathbf{r} - \omega t + \delta)}$$

Oszillierende Elektronen im Atom X-, UV-, VIS-Licht
 Schwingende Atome im Molekül infrarotes Licht
 Rotierende Moleküle Mikrowellen
 Schwingende Ladungen im Leiter Radiowellen

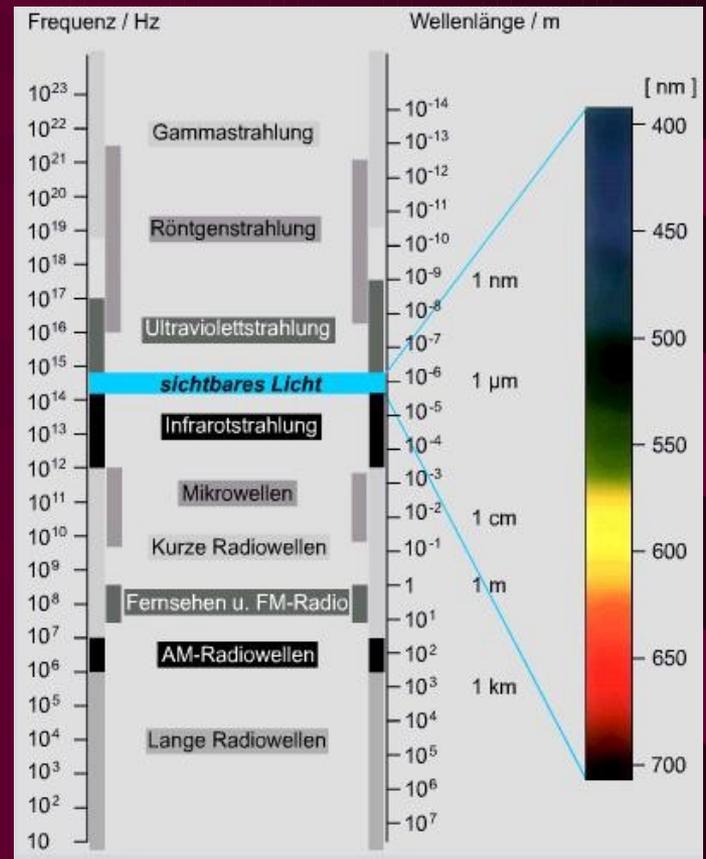
Wellengleichung $\nabla^2 \mathbf{E} / \partial x^2 + \partial^2 \mathbf{E} / c^2 \partial t^2 = 0$

Elektromagnetische Wellen

- Schwingende elektrische Ladungen (gebundene Elektronen in Atomen, freie Elektr. in Leitern, etc) => elektromagn. Wellen

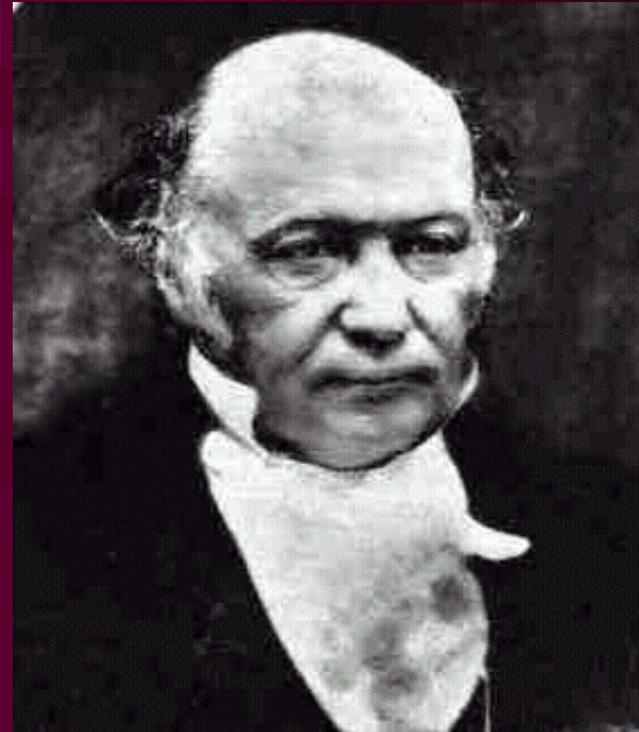
- => Elektromagn. Wellen sind Verwandte !

$\bar{x}\gamma$, X, UV, VIS, IR, μ , ρ



Hamiltonsches Wirkungsprinzip

- **W.R. Hamilton 1828** Endform des Wirkungsprinzips : (p=Impuls, r=Raum, E=Energie, t=Zeit, W=Wirkung sind kontinuierliche Größen)
- **Wirkung $W = p.r - E.t$** als selbständige Ganzheit wird in der Natur immer zu einem Extremum aus der Fülle der Möglichkeiten:
$$\delta W = 0$$



W.R. Hamilton
war ein Wunderkind: mit 16 Doktor
und mit 22 Hochschulprofessor

Aus Wirkungsprinzip \Rightarrow Mechanik



Rowan Hamilton (1805 – 1865)

$$\delta W = \delta \int_a^b (\mathbf{p}d\mathbf{r} - E dt) = 0$$



Isaak Newton (1642 – 1726)

$$K = m \cdot b = m \cdot dv / dt = dp / dt$$

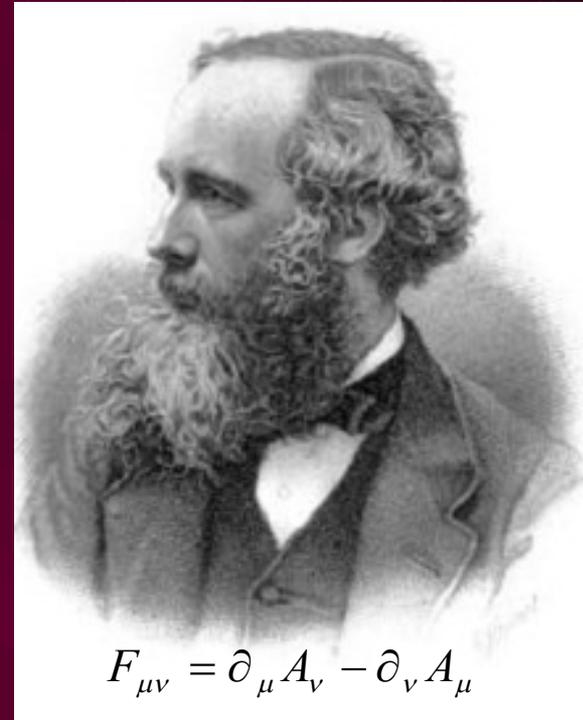
Wirkungsprinzip \Rightarrow Elektrodynamik

4-dim Maxwell-Gleichungen



Hermann Weyl (1885 – 1955)

$$\delta W = \delta \int d^4x \left(-\frac{1}{4} F^{\mu\nu} F_{\mu\nu} - A_\nu j^\nu \right) = 0$$



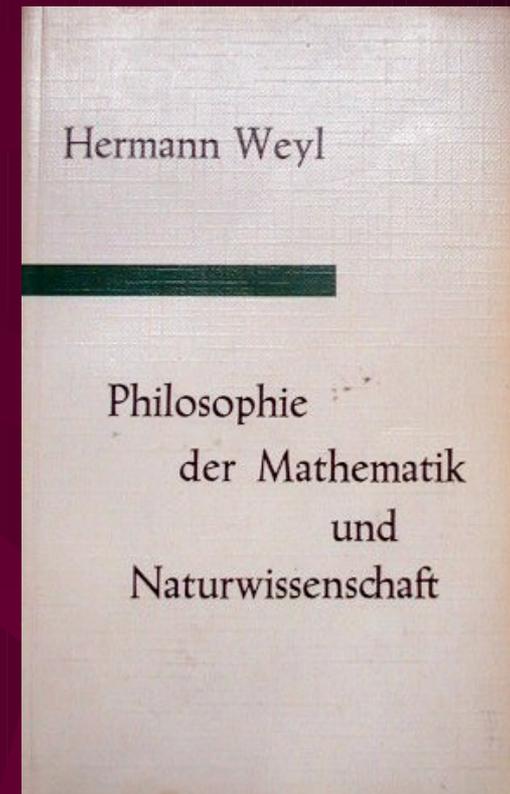
$$F_{\mu\nu} = \partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu$$

J.C. Maxwell (1831 – 1879)

$$\partial_\mu F^{\mu\nu} = 0 \quad \partial_\mu F^{\mu\nu} = j^\nu$$

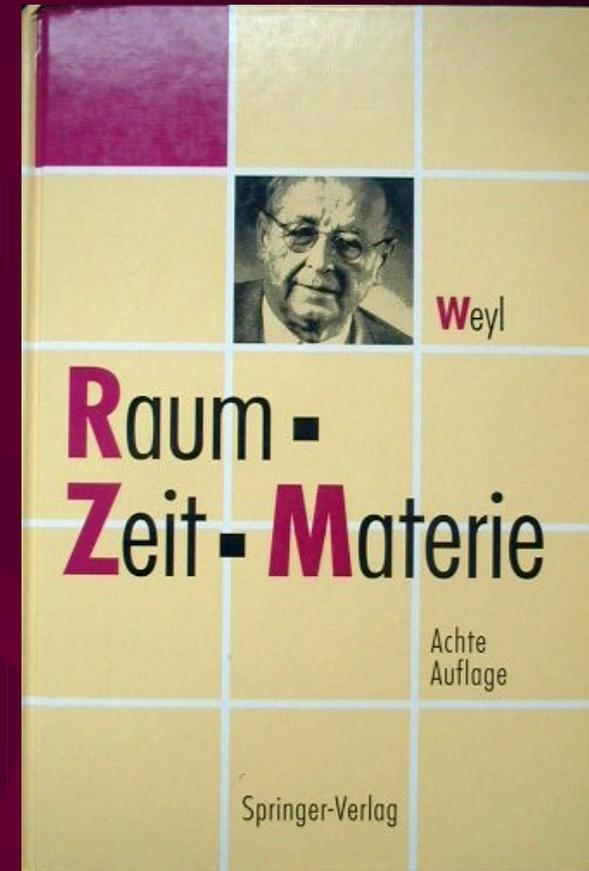
Universelles Naturprinzip

- **H. Weyl: Mathematiker, Physiker und Philosoph**
- „Man kann der Hoffnung Raum geben, die gesamten physikalischen Erscheinungen auf ein einfaches universelles physikalisches Feldgesetz (Hamiltonsches Prinzip) zurückzuführen.“ (pg. 219)
- Hamilton-Prinzip ist zeitinvariant !
- Kein Pfeil der Zeit – Vergangenheit und Zukunft sind gesetzmäßig gleich



./.. universelles Naturprinzip

- H. Weyl: Raum-Zeit-Materie 1918
Klassische Feldtheorie (Elektrodynamik, Geometrodynamik) beruhen auf dem Prinzip der kleinsten Wirkung
- Vorbilder dazu waren:
- K. Schwarzschild: Zwei Formen des Prinzips der kleinsten Action in der Elektronentheorie (1903)
- G. Mie: Grundlagen der Theorie der Materie (1912)
- D. Hilbert: Die Grundlagen der Physik (1915)
- Einstein- und Maxwellgleichungen sind zeitinvariant !



**Der Pfeil der Zeit
ist jedoch in der Natur
immer und überall
beobachtbar !**

**z.B. Kosmische Expansion,
Vergänglichkeit des Lebens,
Gesetze der Thermodynamik
sind zeitvariant !**

Zeitvariante Naturgesetze !

**Boltzmanns
statistische Thermodynamik**

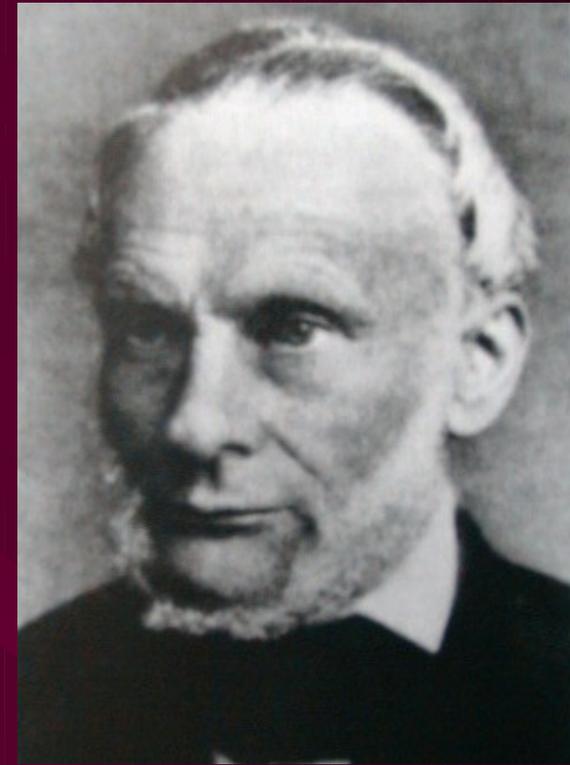
**Plancks Gesetz
der Wärmestrahlung**

**Prigogines
Nichtgleichgewichts-Thermodynamik**

Geschlossene Systeme streben nach

thermodyn. Gleichgewicht – Tod !

- **R. Clausius 1865**
- Entropie $S = \text{Wärme } Q / \text{Temperatur } T$
Bestimmung von S durch Messung der Wärme Q und der Temperatur T
- **Entropie $S = Q/T$**
- **2. Hauptsatz: Prinzip der max. Entropie**
Entropie kann in geschlossenen Systemen nur zunehmen und erreicht dort Maximum
- **Entropie $S = \text{max} = \text{Tod}$**
- **=> Pfeil der Zeit in der Natur**



R. Clausius

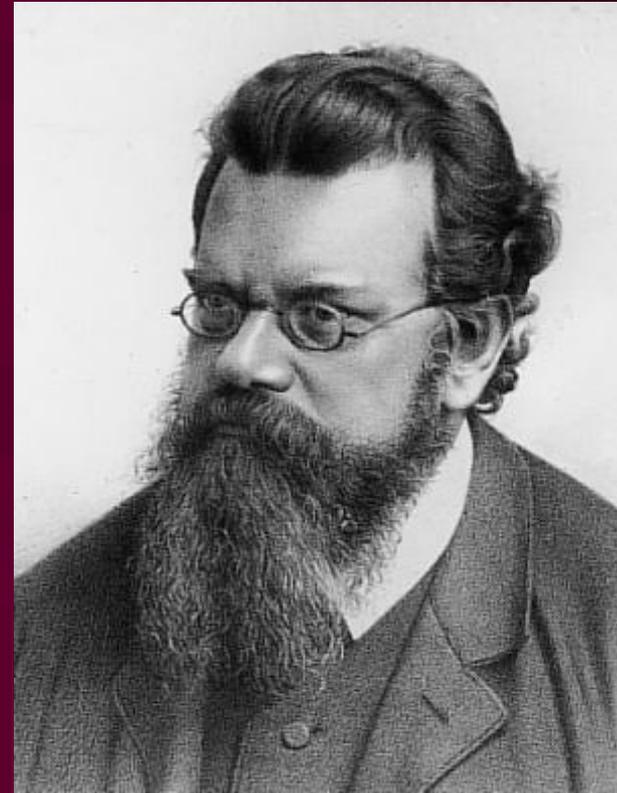
Statistische Thermodynamik

- **L. Boltzmann**

- Entropie S ist proportional zum Logarithmus der Wahrscheinlichkeit w
- **Entropie $S = k \ln w$**
- **Negentropie = Information $I = -S$**
- Boltzmann-Konstante $k = R/N_0$ mit R als Gasxkonstante und N_0 Loschmidzahl

$$\bar{x}\delta S = \delta \sum w_i \ln w_i = 0 \Rightarrow S = \max$$

- Entropie ist Maximum im thermodynamischen Gleichgewicht:
- $S = \text{Max} = \text{Zustand des Todes}$
- **$I = \text{Zustand des Lebens: Lebewesen ringen um Negentropie = Information}$**



Daseinskampf um Negentropie

- „Der **allgemeine Daseinskampf der Lebewesen** ist daher **nicht ein Kampf um die Grundstoffe** – alle sind in Luft, Wasser und Erdboden im Überfluss vorhanden -, auch **nicht um Energie**, welche in Form von Wärme leider unverwendbar in jedem Körper reichlich enthalten ist, **sondern ein Kampf um die (Neg)Entropie**, welche durch den Übergang von der heißen Sonne zur kalten Erde disponibel wird.“
- „Diesen Übergang möglichst auszunutzen, breiten die Pflanzen die unermessliche Fläche ihrer Blätter aus und zwingen die Sonnenenergie – ehe sie auf das Temperaturniveau der Erdoberfläche herabsinkt- , chemische Synthesen auszuführen. Die Produkte dieser chemische Synthesen bilden das Kampfobjekt für die Tierwelt.“
- **L. Boltzmann**: „Der 2. Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie“; Populäre Schriften (Hsg. E. Broda), Vieweg, Braunschweig 1979



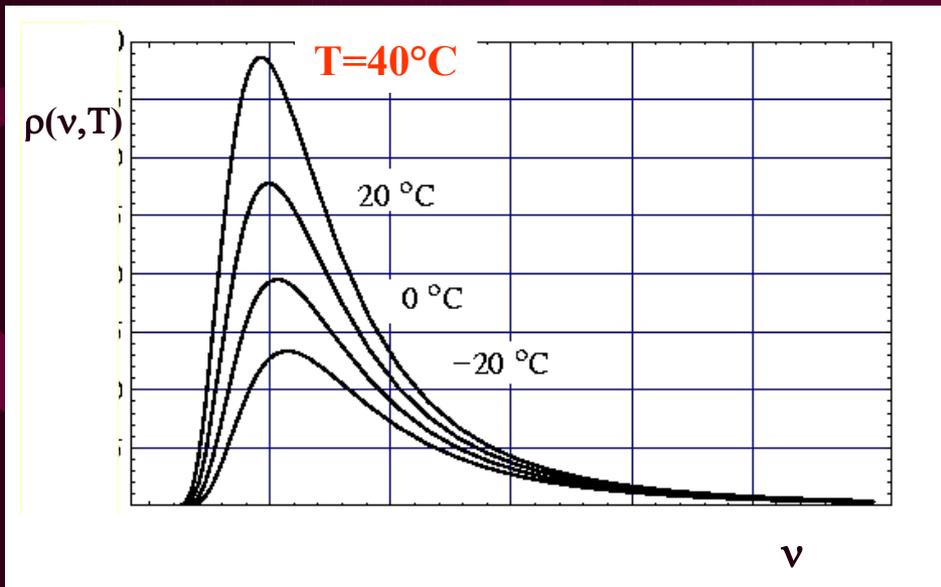
Wärmestrahlung ist messbar

Jeder warme Körper der Temperatur T sendet elm. Wärmestrahlung aus



$$\rho(\nu, T)$$

Spektrometer misst Wärmestrahlung ρ für Frequenzen ν bei Temperatur T



Welche Gesetze bestimmen die Wärmestrahlung ?

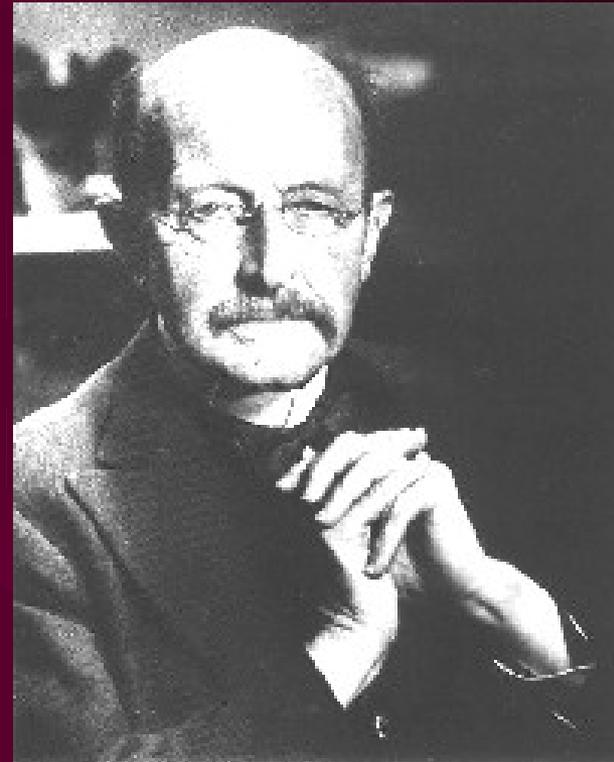
**Lösungsansatz von Max Planck:
Lichtwellen stehen in Wechselwirkung mit
mit materiellen Atomen als harmonische Oszillatoren**

Bei Wechselwirkung von Licht und Materie

**ist wegen unsymmetrischer (retardierter)
Lösungen der Gleichung für elm. Wellen
Symmetriebrechung und Irreversibilität
zu erwarten !**

Plancks Lösung: Boltzmanns Entropie und Quantisierung der Wirkung

- **M. Planck 1900**
- Um Messergebnisse der Wärmestrahlung mit der Statistischen Mechanik und der Elektrodynamik in Einklang zu bringen, musste Planck die **Boltzmann-Entropie** verwenden. Dazu musste er die Wirkung $W = nh$ und als Folge die **Energie** $E = h\nu$ der modellhaften Oszillatoren quantisieren.
- **Wirkung besteht aus Wirkungsquanten, Energie besteht aus Energiequanten !**
- **Geburtstunde der Quantentheorie !**



Max Planck, Nobelpreis

Plancksche Wärmestrahlung

Nach der Planckschen Annahme diskreter Energiequanten $E_n = nE_0 = nh\nu$ muss das kontinuierliche Zustandsintegral durch die diskrete Zustandssumme Z ersetzt werden:

$$Z = \sum_0^{\infty} \exp\left(-\frac{nE_0}{kT}\right)$$

Die Summation dieser geometrischen Reihe $Z = \lim_{n \rightarrow \infty} (1+q+\dots+q^n) = 1/(1-q)$ liefert daher mit $q = \exp(-E_0/kT)$ und n gegen Unendlich

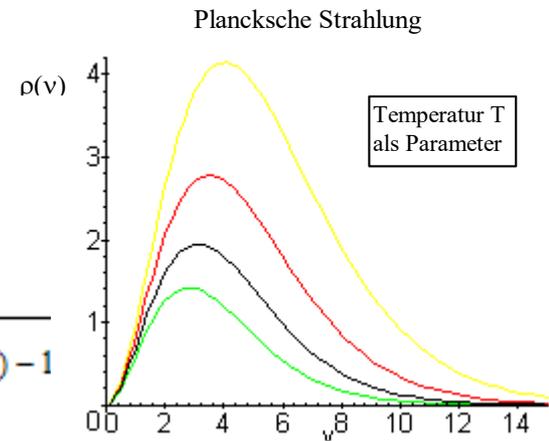
$$Z = \frac{1}{1 - \exp\left(-\frac{E_0}{kT}\right)}$$

Daraus folgt mit

$$\langle E \rangle = -\frac{\partial}{\partial \beta} \log Z = \frac{E_0 \exp\left(-\frac{E_0}{kT}\right)}{1 - \exp\left(-\frac{E_0}{kT}\right)} = \frac{E_0}{\exp\left(\frac{E_0}{kT}\right) - 1} = \frac{h\nu}{\exp\left(\frac{h\nu}{kT}\right) - 1}$$

Damit erhalten wir die Strahlungsdichte des Hohlraumes nach Planck

$$\rho_\nu(T) = \frac{8\pi}{c^3} \nu^2 \langle E \rangle = \frac{8\pi}{c^3} \nu^2 \cdot \frac{h\nu}{\exp\left(\frac{h\nu}{kT}\right) - 1}$$

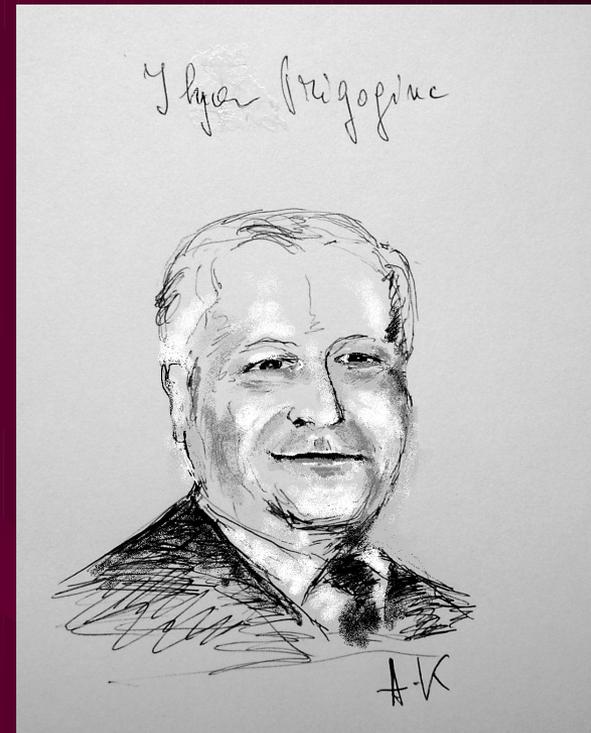


Planck und das Zeitparadoxon

- Dazu Prigogine: „Nach dem Rückzug Boltzmanns war Planck der einzige Physiker des 19. Jahrhunderts, der sowohl vom mechanischen Weltbild als auch vom objektiven Charakter des 2. Hauptsatzes der Thermodynamik überzeugt war. Die grundlegenden Naturprozesse waren für Planck irreversibel. Er wies alle Versuche zurück, die Irreversibilität mit menschlichen Beschränkungen in Verbindung zu bringen. Planck dazu:
 - Es wäre absurd anzunehmen, dass die Geltung des 2. Hauptsatzes in irgend einer Weise von der Geschicklichkeit des Physikers oder Chemikers beim Beobachten oder Experimentieren abhängt. Das Wesen des 2. Hauptsatzes hat nichts mit dem Experiment zu tun – er behauptet kurz und bündig, dass es in der Natur eine Größe gibt, die sich bei natürlichen Prozessen immer im gleichen Sinn verändert.“

Nichtgleichgewichts-Thermodynamik

- **Ilya Prigogine (1917-2003)**
Thermodynamiker, Naturphilosoph
- 1917 Geboren in Moskau
- 1939 Studienabschluss in Chemie und Physik bei de Donder in Brüssel
- 1951 o. Prof. Freie Universität Brüssel
- 1967 Gründung des Center of Statistical Mechanics in Austin, Texas
- 1977 Chemie-Nobelpreis für Nichtgleichgewichts-Thermodynamik
- 1987 Ehrenprofessor an der Uni Brüssel
- 2003 Gestorben in Brüssel



... war auch ein begnadeter Pianist

Prigogine & Zeit des Werdens

- Irreversibilität (Pfeil der Zeit) ist fundamental in Natur
- Neue Ordnung entsteht durch Verstärkung von Fluktuationen fern vom thermodyn. Gleichgewicht
- Selbst-Organisation von offenen Systemen führt zu „dissipativen Strukturen“ (z.B. Lebewesen)
- Instabilität und Chaos mit fraktaler Dynamik als Bedingung für Evolution und schöpferische Entwicklung
- Neukonzeption der Naturgesetze: Beschreibung von Möglichkeiten - und nicht von Gewissheiten



**Offene Systeme
mit
nichtlinearer Dynamik**

Allgemeine Systemtheorie

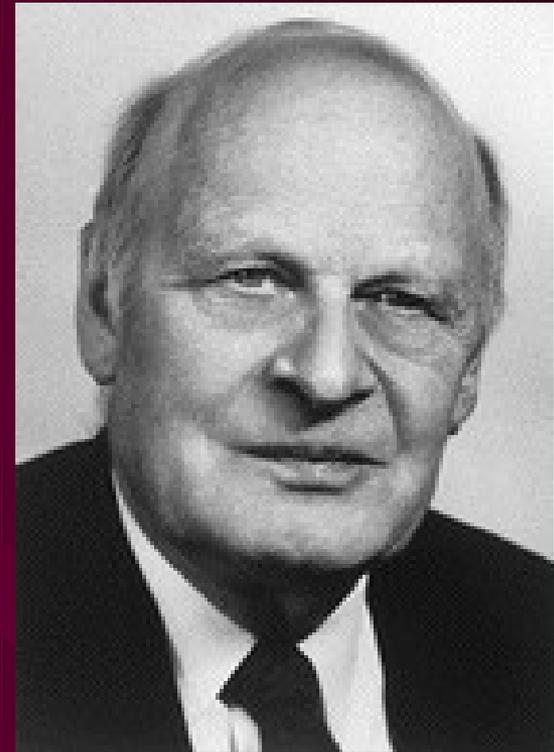
- **L. v. Bertalanffy (1901-1972)**
- Geboren in Wien, studierte Kunstgeschichte und Philosophie in Innsbruck und Wien, ao. Prof. für Philosophie an der Universität Wien
- Idee des Fließgleichgewichtes als „**Theorie des Lebendigen**“ - wesentliche Differenz zur mechanistischen Auffassung der Natur.
- 1949 wanderte er nach Kanada aus, wo 1968 er die „**Allgemeine Systemtheorie**“ begründet
- **Werke:** „Theoretische Biologie“ (1932), „Das biologische Weltbild“ (1949), und „**The Theory of Open Systems in Physics and Biology**“ (1950), „**Biophysik des Fließgleichgewichtes**“ (1953)



L. v. Bertalanffy

Lineare Nichtgleichgewichte

- **Lars Onsager (1903-1976)**
Chemiker, Thermodynamiker
- *Erhielt 1968 den Nobelpreis für Chemie für die Entdeckung der nach ihm benannten „Onsager Relationen“, d. s. wechselseitige lineare Beziehungen zwischen Kräften und Flüssen, welche grundlegend für die Thermodynamik irreversibler Prozesse sind.*
- *Arbeiten zur Leitfähigkeit von Lösungen, über Elektrolyte, über Thermodynamik und statistische Mechanik*
- *Anwendung von P. Schuster (Inst. Theor. Chemie, Uni Wien) in Theorie von biolog. Membranprozessen*



Lars Onsager

Nichtgleichgewichts- Thermodynamik – Leben !!!

- **I. Prigogine, Nobelpreis 1977**
- **Begründung der linearen Thermodynamik in Gleichgewichtsnähe, Systeme haben**
 $dS/dt = \text{Minimum der Entropieproduktion}$
- **Begründung der nichtlinearen Thermodynamik in Gleichgewichtsferne**
 $\delta d^2S/dt^2 < 0$ Verstärkung von
Fluktuationen Systeme zeigen nichtlineare
Dynamik, Fraktale, = Selbstähnlichkeiten,
biolog. Rhythmen, zeigen Erinnerung =
Informationsspeicher !!!
- **Systeme zeigen Schmetterlingseffekt:**
kleine Ursache – große Wirkung
- **hier ist die Wurzel des Schöpferischen in der Natur: schöpferische Evolution**

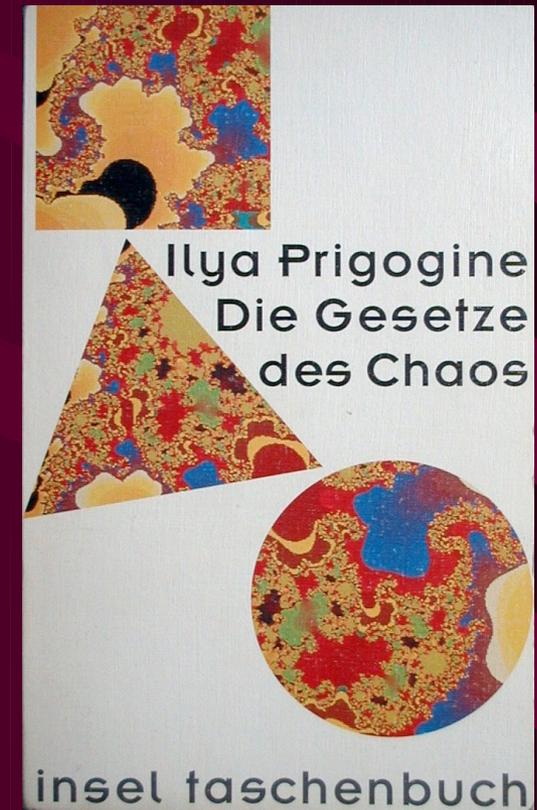


Varianz und Invarianz der Zeit

- Sir J. Lighthill, Präsident der Int. Union of Theoretical and Applied Mechanics, 1986:
- „Wir sind uns heute der Tatsache durchaus bewusst, dass die Begeisterung, die unsere Vorgänger für den phantastischen Erfolg der Newtonschen Mechanik empfanden, sie zu Verallgemeinerungen verleitet hat, ... die wir inzwischen als falsch erkannt haben.

Wir möchten uns gemeinsam dafür entschuldigen, dass wir das gebildete Publikum in die Irre geführt haben, indem wir bezüglich des Determinismus von Systemen, die den Newtonschen Bewegungsgesetzen genügen, Ideen verbreitet haben, die sich nach 1960 als inkorrekt erwiesen haben“

I. Prigogine: *Die Gesetze des Chaos*, Insel V. 1998



Zeit des Seins

Symmetrie

Reversibilität

Ordnung

Gewissheit

Stabilität

Determinismus

Kausalität

Steady State

Notwendigkeit

Zeit des Werdens

Symmetriebrechung

Irreversibilität

Dissipation

Möglichkeit

Instabilität

Indeterminismus

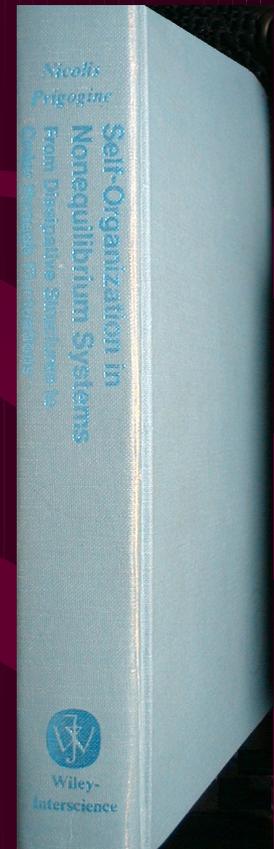
Akausalität

Evolution

Zufall

Selbstorganisation - Zeit des Werdens

- **Selbst-Organisation in Nichtgleichgewichts-Systemen** - früher nur als Besonderheit lebender Organismen und 1960 erstmals bei oszillierender chemischer Reaktion beobachtet (Belousov-Zhabotinsky-Reaktion) beobachtet - **ist ein generelles Naturphänomen**
- Modelle der Selbst-Organisation finden Anwendung bei: Stoffwechsel in biologischen Zellen, Bewegung von Himmelskörpern im Sonnensystem, Verkehrsfluss auf Straßennetzen, Stabilität von Insektenstaaten, ...
- Systemischer Ansatz von Prigogine und Mitarbeitern in Brüssel und Austin spannte sich von der Physik und Chemie über Biologie und Ökologie bis zur Ökonomie und den Sozialwissenschaften.

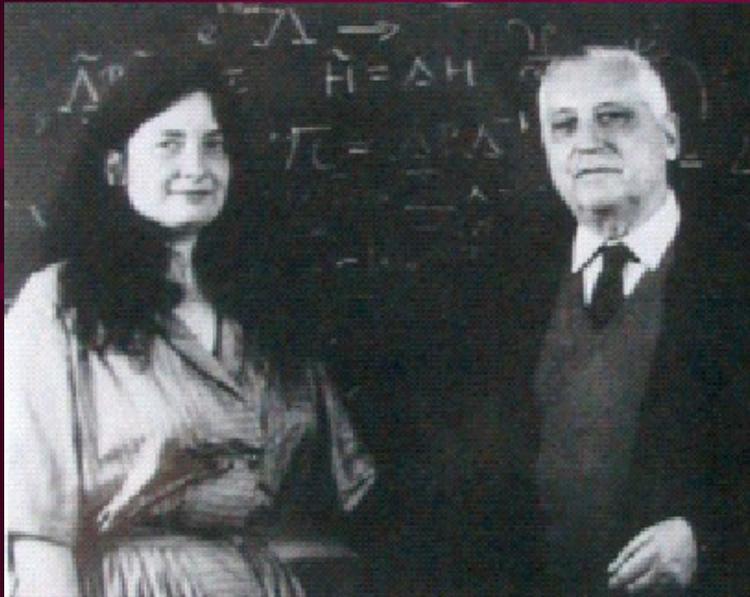


Self-Organisation
in Nonequilibrium Systems

Literaturauswahl

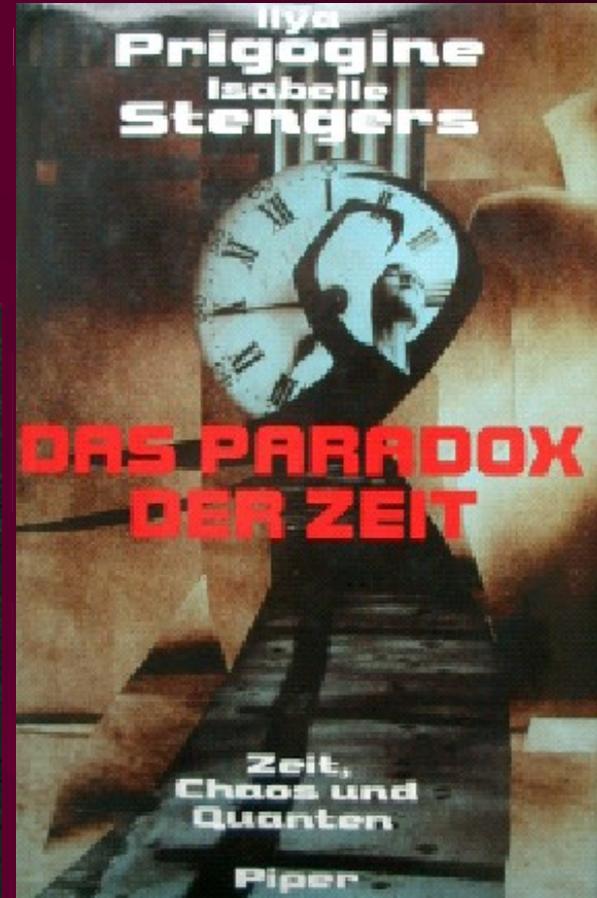
- I. Prigogine: Chemische Thermodynamik, Liege 1944, Leipzig 1962
- I. Prigogine: Introduction to Thermodynamics of Irreversible Processes, Chicago 1954
- G. Nicolis, I. Prigogine: Self-Organisation in Nonequilibrium Systems, Wiley & Sons, New York 1977
- I. Prigogine: Vom Sein zum Werden, Piper, München 1979
- I. Prigogine, I. Stengers: Dialog mit der Natur, Piper 1981
- G. Nicolis, I. Prigogine: Die Erforschung des Komplexen, Piper 1987
- I. Prigogine, I. Stengers: Das Paradox der Zeit, Piper, München 1993
- I. Prigogine: Die Gesetze des Chaos, Insel Taschenbuch 1998

Empfehlenswerte Literatur



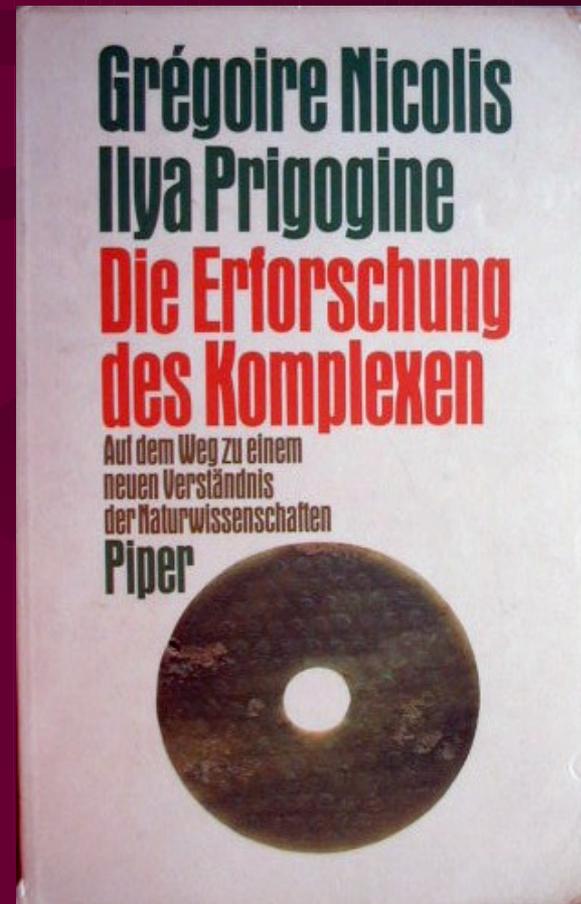
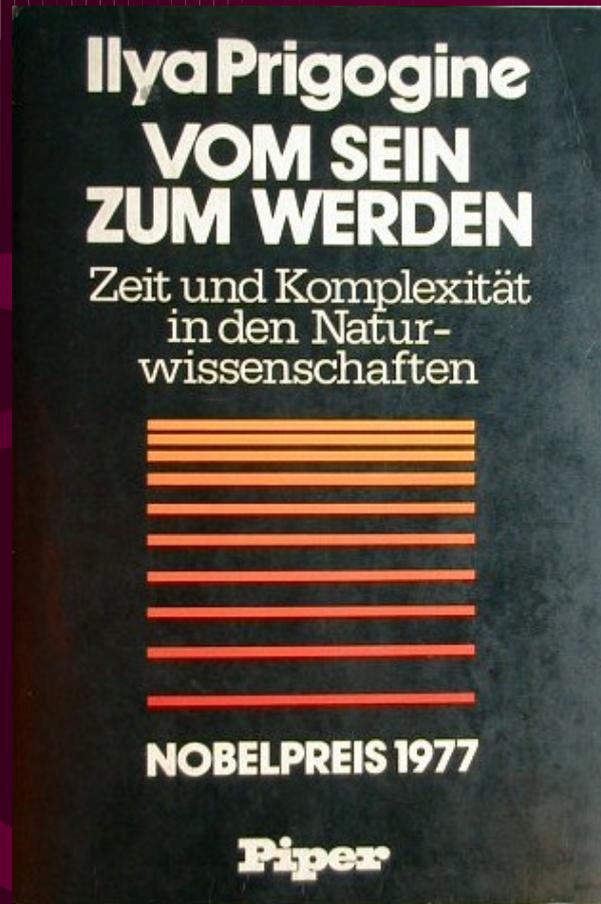
I. Stengers

I. Prigogine



1993

Literatur für Naturwissenschaftler



Nichtlineare Dynamik

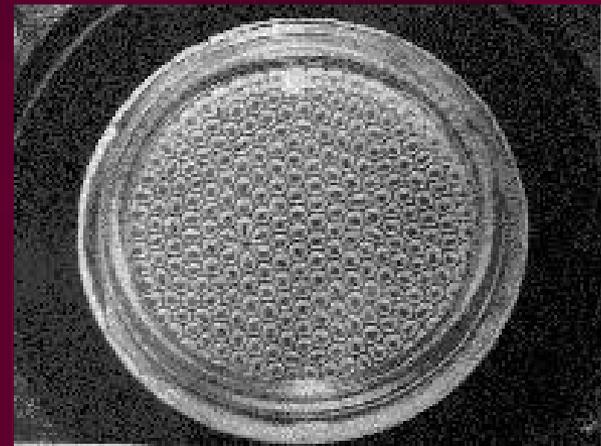
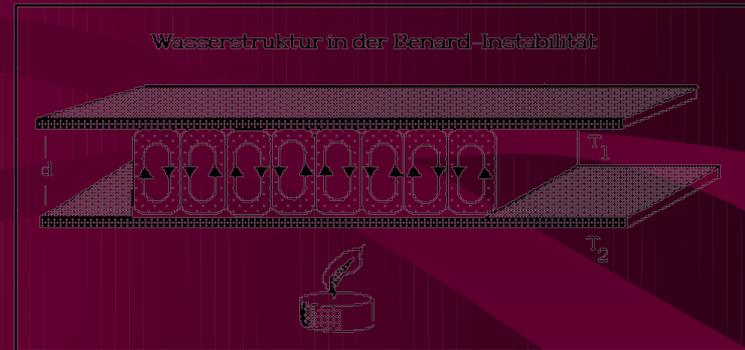
**Deterministisches Chaos
mit
Fraktale Geometrie**

Beispiel für Nichtlineare Dynamik

Das Lorenz-System

Wasser als nichtlineares, offenes Netzsystem

- Erwärmt man eine Flüssigkeit (z.B. Wasser) in einer Petrischale von unten, so steigen die warmen Wassermoleküle auf und fallen wieder ab.
- Plötzlich erscheinen ganzheitliche Strukturen (dissipative Strukturen, morphologische Fraktale), die man **Benard-Zellen** nennt (Benard 1900)
- Wissenschaftliches Frage über 60 Jahre: wie entstehen diese Zellen? Antwort gab E. Lorenz 1960:
Wasser als nichtlineares System!



Modellierung der Benard-Zellen

- **E. Lorenz 1963**

- Aus Prinzipien der Hydrodynamik (Navier-Stokes-Gl.) und Wärmeleitung (Fourier-Gl.) folgt die Dgl

$$\frac{\partial}{\partial t} \nabla^2 \Psi = - \frac{\partial(\Psi, \nabla^2 \Psi)}{\partial(x, y)} + \nu \nabla^4 \Psi + g\alpha \frac{\partial \Theta}{\partial x}$$

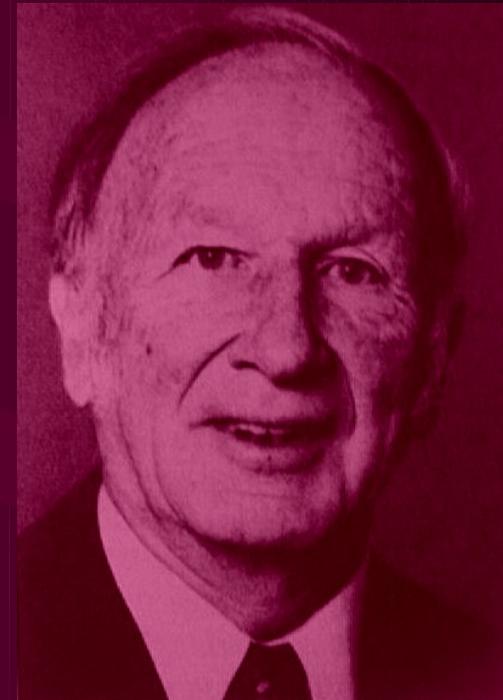
$$\frac{\partial}{\partial t} \Theta = - \frac{\partial(\Psi, \Theta)}{\partial(x, y)} + \frac{\Delta T}{h} \frac{\partial \Psi}{\partial x} + \kappa \nabla^2 \Theta$$

für das Geschwindigkeitsfeld Ψ und das Temperaturfeld Θ der Benard-Zellen

- In der Fourier-Entwicklung zur Lösung von Ψ und Θ beließ Lorenz nur die Terme niedrigster Ordnung

$$\frac{a}{1+a^2} \frac{1}{\kappa} \Psi = \sqrt{2} X(t) \sin\left(\frac{\pi a}{h} x\right) \sin\left(\frac{\pi}{h} z\right)$$

$$\frac{\pi R}{R_c \Delta T} \Theta = \sqrt{2} Y(t) \cos\left(\frac{\pi a}{h} x\right) \sin\left(\frac{\pi}{h} z\right) - Z(t) \sin\left(\frac{2\pi}{h} z\right)$$



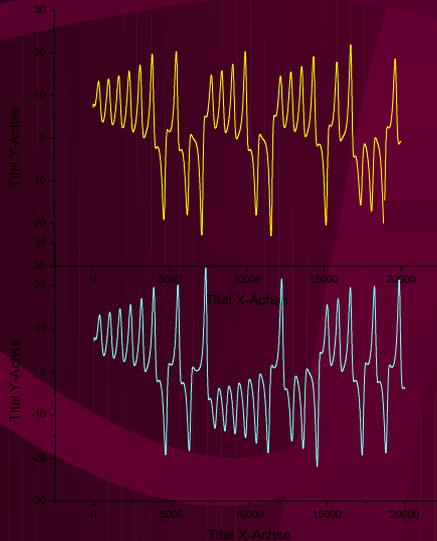
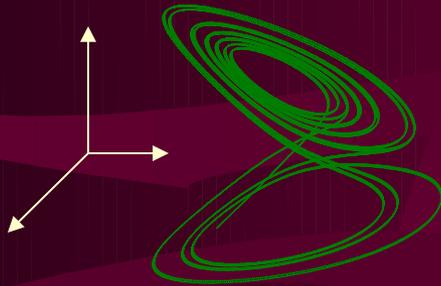
=>

$$\begin{aligned} \frac{dX}{dt} &= -\sigma X + \sigma Y \\ \frac{dY}{dt} &= r X - Y + XZ \\ \frac{dZ}{dt} &= XY - bZ \end{aligned}$$



Wasser als nichtlineares Netzwerk

$$\begin{aligned} dX/dt &= -\sigma X + \sigma Y \\ dY/dt &= rX - Y + XZ \\ dZ/dt &= XY - bZ \end{aligned}$$



Lorenzgleichung (E. Lorenz)

Spez. Lösung: $b = 8/3, \sigma = 10, r = 28$

$X_0=35, Y_0=-10, Z_0=7$

Fraktaler Attraktor:

Hohe Sensibilität bei kleinen Änderungen der Anfangsbedingungen X_0, Y_0, Z_0 !!!

Zeitreihe der Z-Komponente :

gelb $Z_0=7$

blau $Z_0=7,008$

„Butterfly Effekt“ (E. Lorenz)

Deterministisches Chaos mit fraktaler Geometrie

- Beginn des deterministischen Chaos und der fraktalen Geometrie mit dem Lorenzattraktor und dem Schmetterlingseffekt.
- Edward Lorenz unternahm 1963 eine Berechnung zur Wettervorhersage mit dem Computer. Zur Rechenzeiterparnis, hatte er bei der numerischen Lösung der Gleichungen auf Zwischenergebnisse bereits durchgeführter Berechnungen zurückgegriffen, hierbei jedoch nur drei Dezimalstellen berücksichtigt, obwohl der Computer mit einer Genauigkeit von sechs Dezimalstellen rechnete. → zunehmende Abweichungen im Zeitverlauf zwischen den alten und neuen Berechnungen, was Lorenz als Sensitivität gegenüber den Anfangsbedingungen erkannte.
- Von nahezu demselben Ausgangspunkt divergierten die Wetterkurven, zeigten schließlich keine Gemeinsamkeiten mehr.
- Als Schmetterlingseffekt bezeichnet man den Effekt, dass in komplexen, nichtlinearen dynamischen, deterministischen Systemen eine große Empfindlichkeit auf kleine Abweichungen in den Anfangsbedingungen besteht. Geringfügig veränderte Anfangsbedingungen können im langfristigen Verlauf zu einer völlig anderen Entwicklung führen.
- „Kann der Flügelschlag eines Schmetterlings in Brasilien einen Tornado in Texas auslösen?“

Butterfly-Effect im Lorenz-System

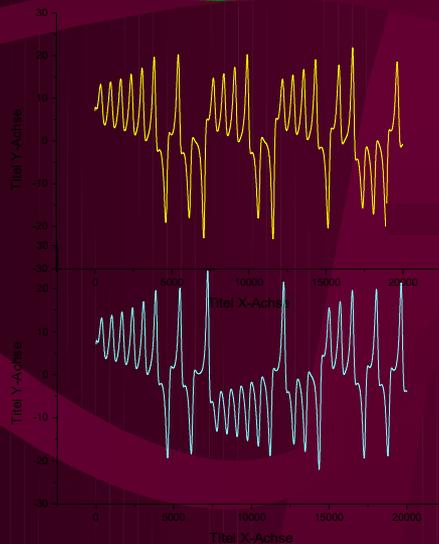
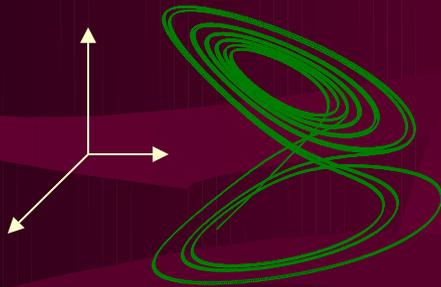
Hohe Sensibilität gegenüber kleinen
Änderungen der Anfangsbedingungen
 X_0, Y_0, Z_0 !!!

Zeitreihen der Z-Komponente:

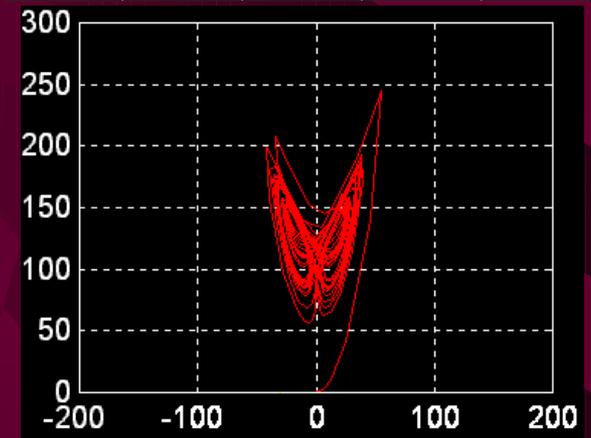
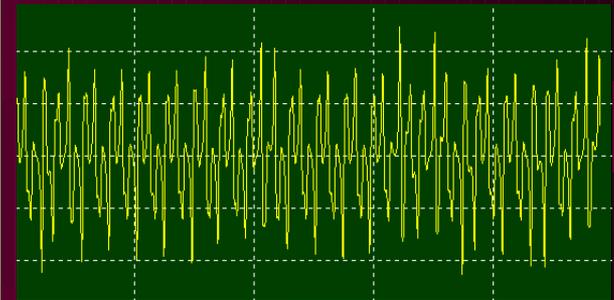
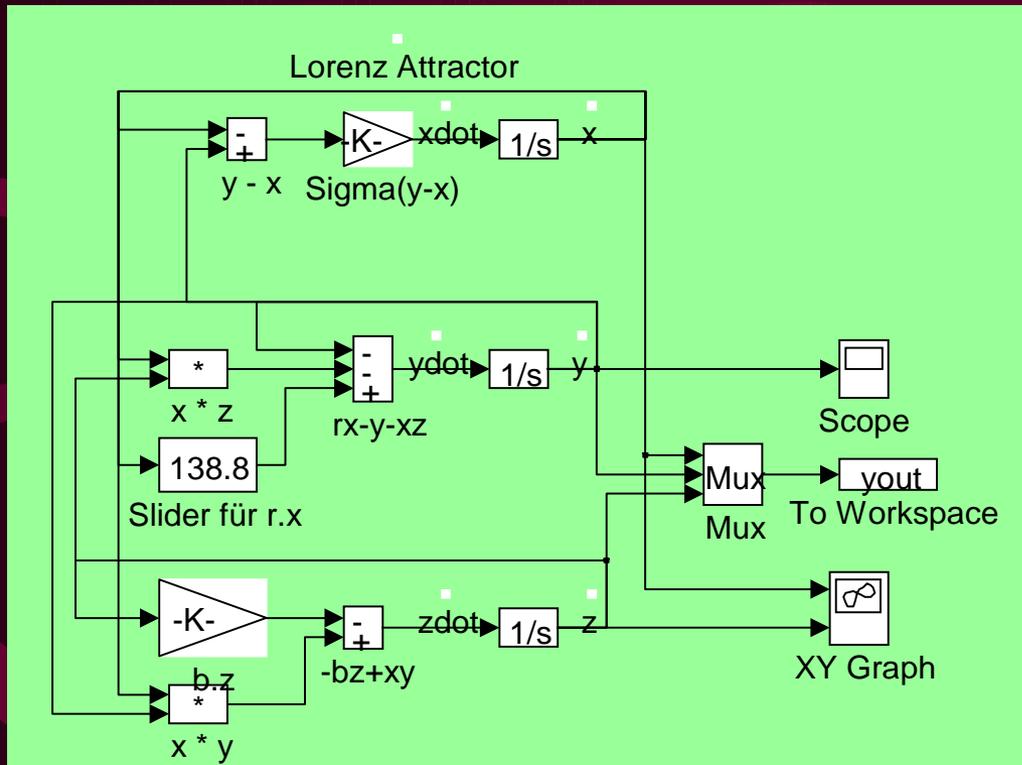
gelb $Z_0=7$

blau $Z_0=7,000\ 008$

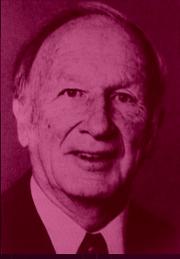
„Butterfly-Effect“ (E. Lorenz)
kann Tornado bewirken



Simulink: ein Matlab-Programm zur Lösung von Lorenz-Gleichungen



Seltsamer fraktaler Attraktor

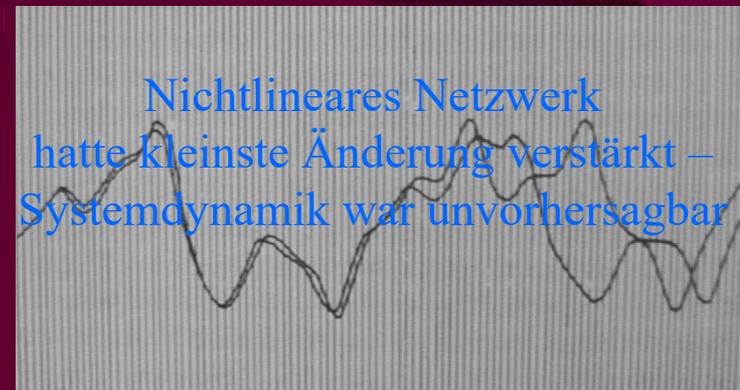


Entdeckung des Chaos

- Ich programmierte die Lösung der vernetzten Gleichungen. mit gewissen Anfangsbedingungen und ließ den Computer laufen. Dann wiederholte ich es und ging auf einen Kaffee
- Als ich zurückkehrte, mußte ich zu meiner Überraschung sehen, daß eine ganz andere Lösung herauskam
- Ich verstand dies anfangs nicht: gleiche Gleichungen, gleiches Programm, gleicher Computer
- Dann fiel mir ein, daß ich die Anfangsbedingungen an der 6. Dezimalstelle gerundet hatte.

$$\begin{aligned}dX/dt &= -\sigma X + \sigma Y \\dY/dt &= rX - Y + XZ \\dZ/dt &= XY - bZ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}b &= 8/3, \sigma = 10, r = 28 \\X_0 &= 35, Y_0 = -10, Z_0 = 7 \\Z_0 &= 7, Z_0 = 7, 008\end{aligned}$$



Kleine Reize – große Wirkung

Attraktoren

(Dynamik von Wasser, etc.)

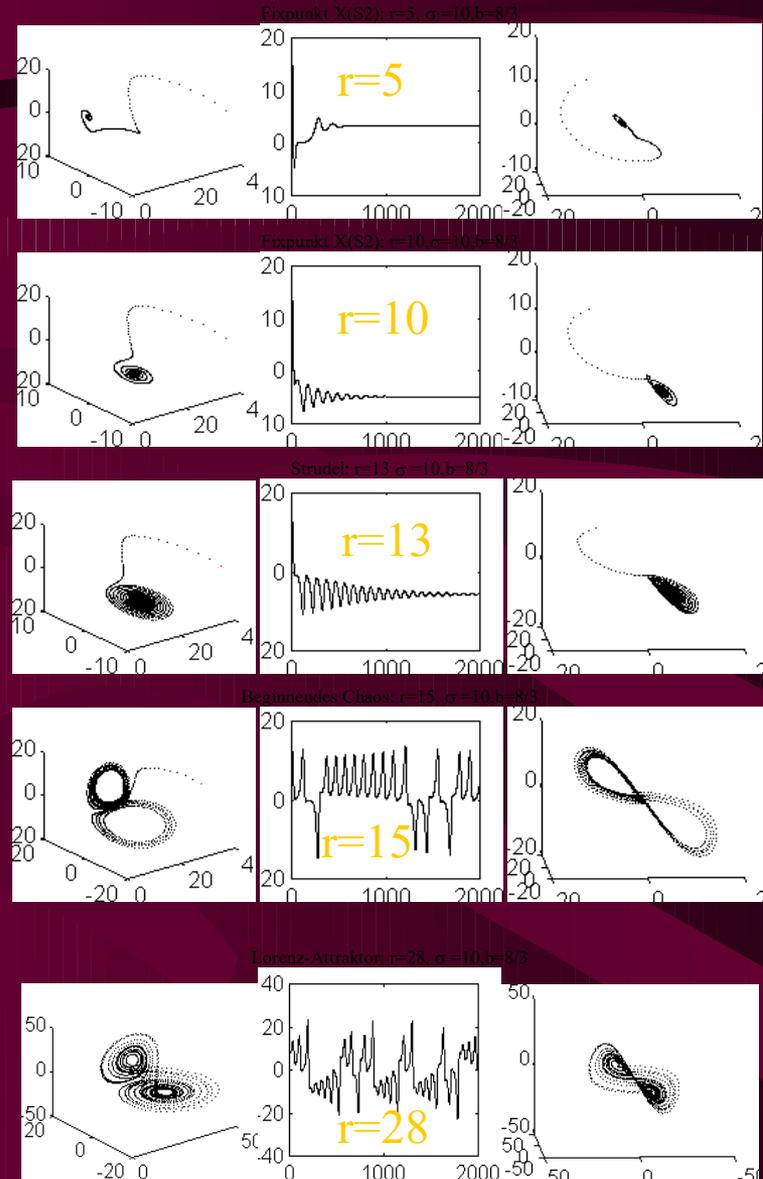
der

Lorenzgleichungen

n

$$\begin{aligned} dX/dt &= -\sigma X + \sigma Y \\ dY/dt &= rX - Y + XZ \\ dZ/dt &= XY - bZ \end{aligned}$$

Chaotischer Attraktor
mit fraktaler Dimension



$\sigma=10, b=8/3$

Rekonstruktion eines Attraktors aus einer Zeitreihe

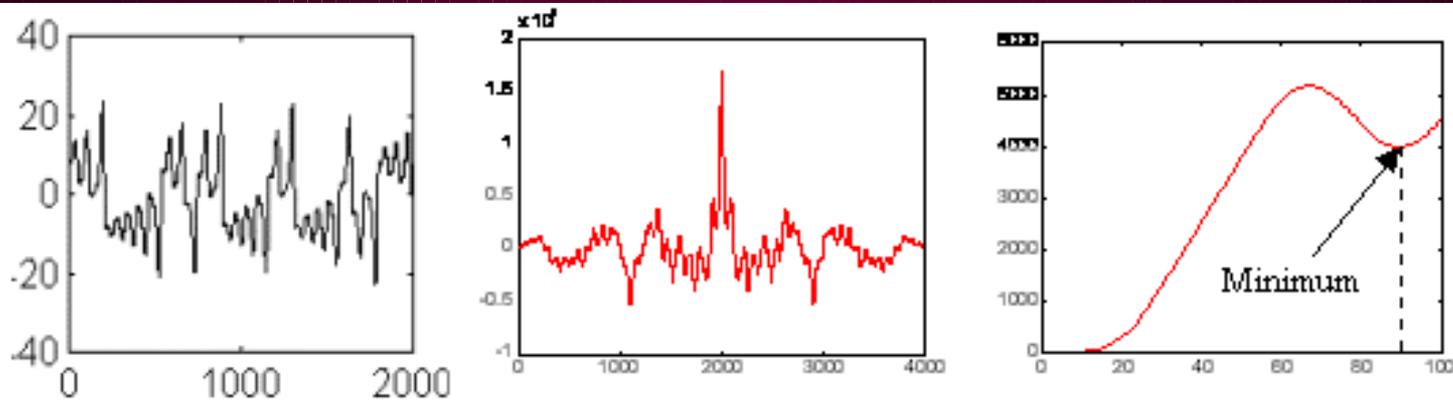


Abb.: Zeitreihe $A_1(t)$ (li) des Lorenz-Systems und Autokorrelationsfunktion C_{AA} (Mitte) samt Ausschnitt (re)

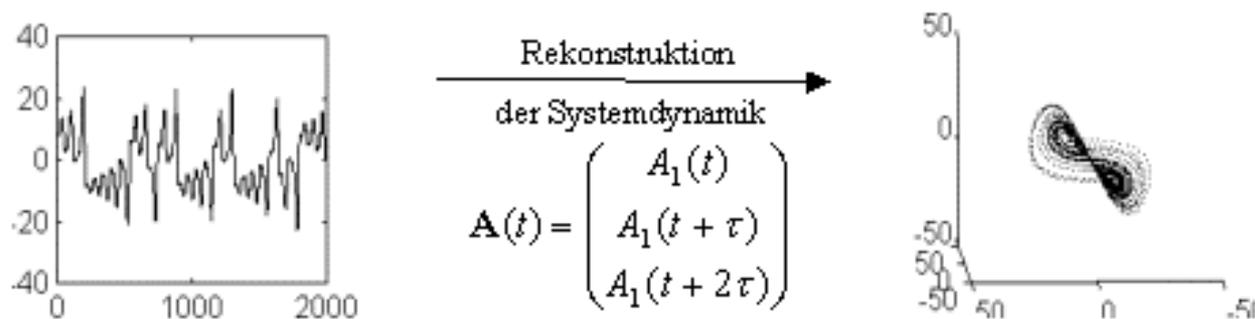


Abb.: Aus einer einzelnen Zeitreihe $A_1(t)$ (li) wird mittels gewählter Verzögerungszeit $\tau=90$ die Systemdynamik $\mathbf{A}(t) = \{A_1(t), A_1(t+\tau), A_1(t+2\tau)\}$ des Lorenz-Attraktors (re) nach der Takens-Methode rekonstruiert

Lorenz-System: sample lo9.asc

Dyn.System

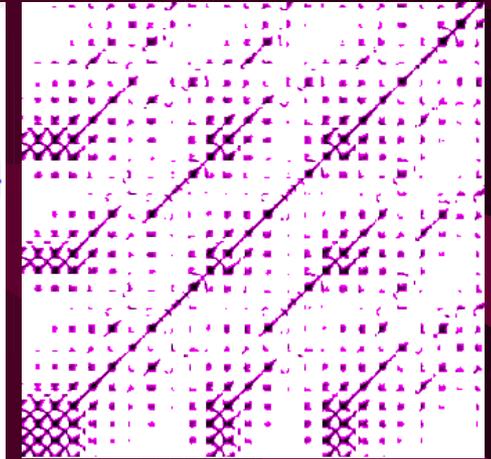
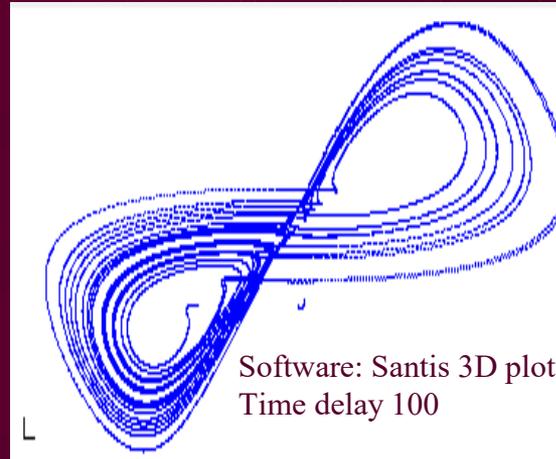
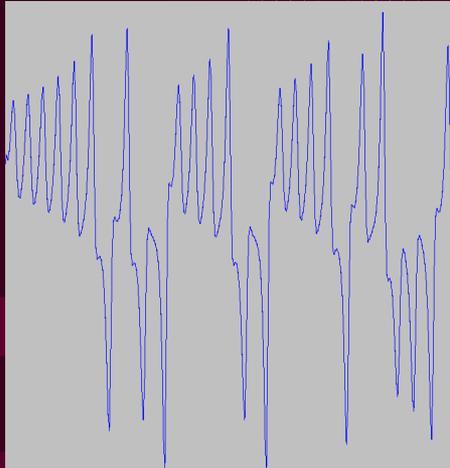
Zeitreihe

Strange Attraktor

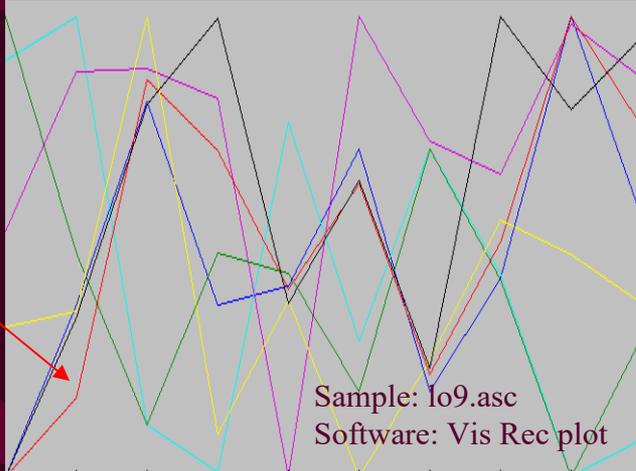
Recurrence Plot

$$\begin{aligned} dX/dt &= -\sigma X + \sigma Y \\ dY/dt &= rX - Y + XZ \\ dZ/dt &= XY - bZ \end{aligned}$$

$\sigma=10, b=8/3, r=28$



- Recurr. Points y: [21.08%/37.43%]
- Lines y: [4070/6421]
- %Determinism y: [99.994/100.000]
- Ratio y: [2.672/4.743]
- Entropy y: [6.614/8.594]
- Trend y: [-22.833/19.756]
- Std. Dev y: [3.656/9.462]



Windowed Plot | Time Series | Analysis | About |

C:\Users

Entropy

| | | | |
|-------------|-------|------------------|---------|
| Data Points | 20000 | Window Width | 2000 |
| Dimension | 3 | Window Increment | 2000 |
| TimeLag | 0 | Epsilon | 10.000% |

| Start | % Recurring ... | Lines | % Determini... | Ratio | Entropy | Trend | StdDe |
|-------|-----------------|-------|----------------|-------|---------|------------|-------|
| 0 | 21.081 | 6196 | 99.997 | 4.743 | 6.614 | -8.976416 | 3.66 |
| 2000 | 27.194 | 6421 | 99.999 | 3.677 | 6.953 | -7.449790 | 5.66 |
| 4000 | 34.394 | 4341 | 99.999 | 2.907 | 8.320 | 19.755605 | 8.35 |
| 6000 | 27.189 | 4099 | 99.999 | 3.678 | 8.017 | -18.856716 | 9.43 |
| 8000 | 27.866 | 5877 | 99.994 | 3.588 | 7.422 | -6.527443 | 5.84 |
| 10000 | 32.712 | 4767 | 100.000 | 3.057 | 7.875 | -22.833465 | 7.39 |
| 12000 | 24.103 | 5746 | 99.998 | 4.149 | 7.059 | -12.050396 | 5.03 |
| 14000 | 28.117 | 5109 | 99.998 | 3.556 | 7.622 | 0.971929 | 9.46 |
| 16000 | 37.425 | 4070 | 100.000 | 2.672 | 8.594 | -2.321047 | 8.29 |
| 18000 | 30.262 | 4264 | 99.999 | 3.304 | 8.120 | -6.838030 | 9.19 |

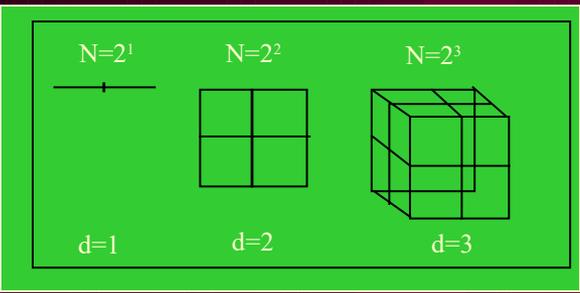
Analyse der nichtlin. Parameter

Attraktoren mit fraktaler Dimension d



Definition Hausdorf-Dimension

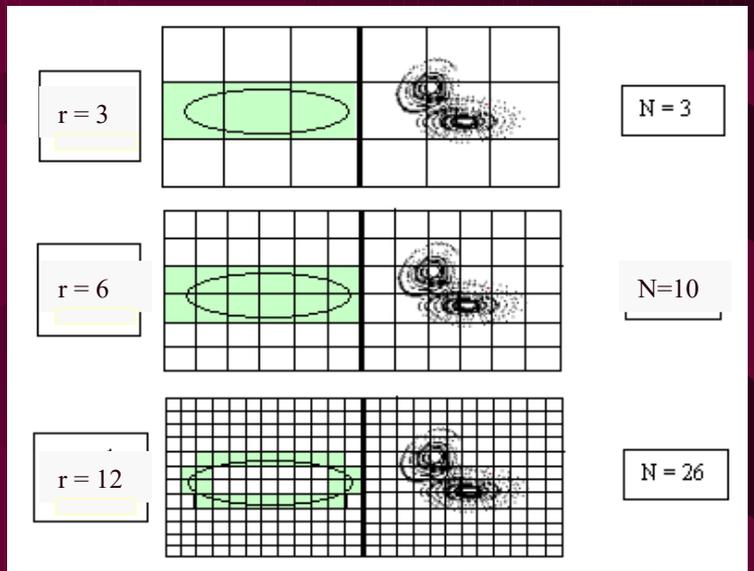
$$N = r^d \Leftrightarrow d = \frac{\log N(r)}{\log r}$$



$$d = \lim_{r \rightarrow 0} \frac{\log N(r)}{\log r}$$

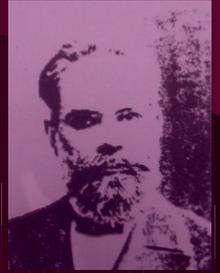
Fraktaldimension
Lorenz-Attraktor

Boxcounting für Lorenz-Attraktor

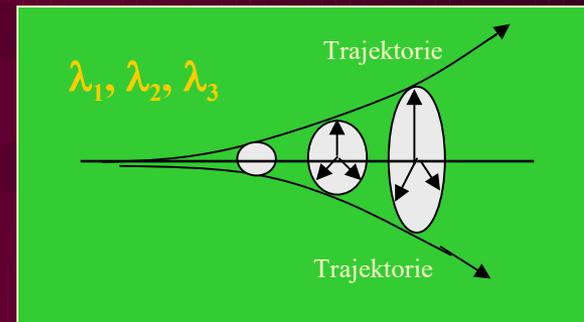
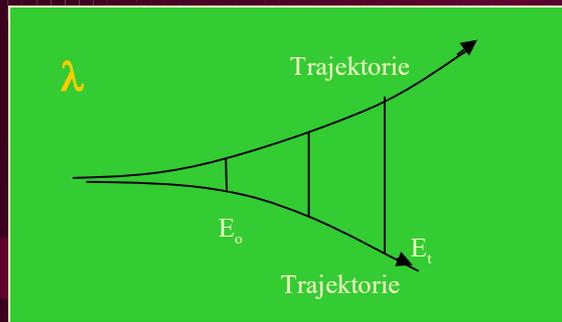


$$d = \log 3 / \log(3), \log 10 / \log(6), \log 26 / \log(12), \dots = 0.477 / 0.477, 1.079 / 0.778, 1.415 / 1.079 \dots = 1.000, 1.285, 1.311, \dots \Rightarrow 2,07$$

Lyapunov-Exponenten λ_i



Maß für die Stabilität benachbarter Trajektorien



$$dE_t = \lambda \cdot E_t \cdot dt \quad \Leftrightarrow \quad E_t = E_0 \cdot \exp(\lambda t) \quad \Leftrightarrow \quad \lambda = \frac{1}{t} \ln\left(\frac{E_t}{E_0}\right)$$

$$\lambda = \lim_{t \rightarrow \infty} \lim_{E_0 \rightarrow 0} \frac{1}{t} \ln\left(\frac{E_t}{E_0}\right)$$

$\lambda^+ > 0$ Trajektorien divergent, $\lambda^- < 0$ konvergent, $\lambda = 0$ parallel

Kolmogorov-Entropy S_K

- Summe der positiven Lyapunov-Exponenten λ_k^+

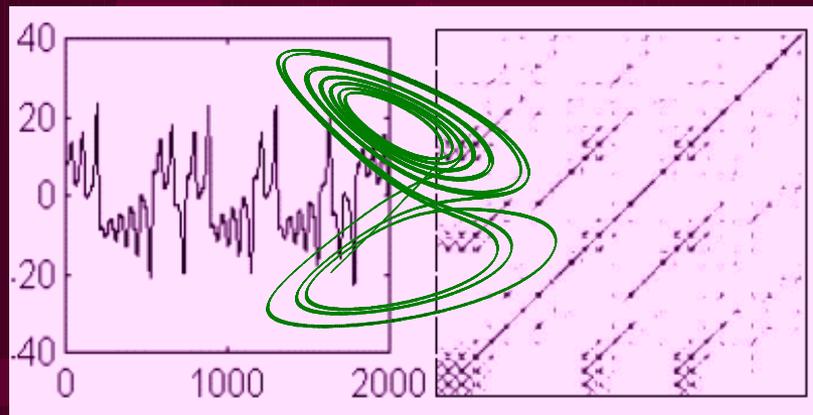
$$S_K = \sum_k \lambda_k^+$$

Lyapunov war Schüler des russischen Mathematikers Kolmogorov, dem Schöpfer der Axiome der Wahrscheinlichkeitstheorie



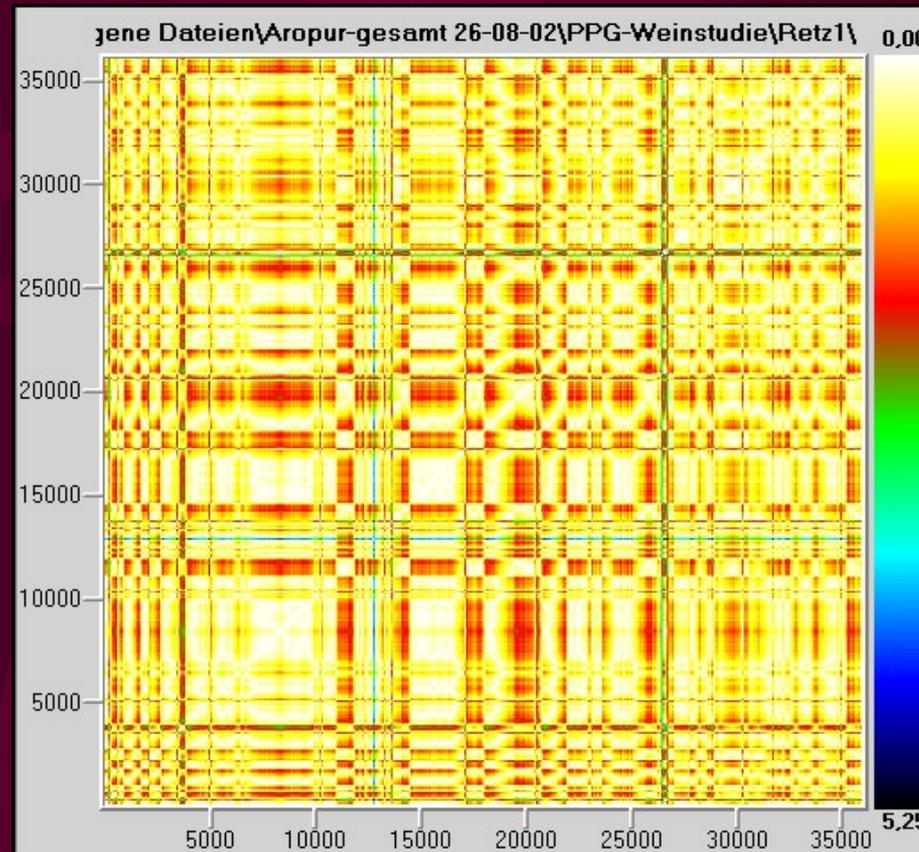
Recurrence Plots geben Information über ähnliche Systemzustände

- **Rekonstruktion des Attraktors $A(t)$ mit $t = 1, \dots, N$ aus gegebener Zeitreihe**
- **man wählt $A(t)$ als Startpunkt auf einer Trajektorie**
- **man wählt eine Kugel mit dem Mittelpunkt in $A(t)$ und Radius r**
- **man bestimmt für $A(t)$ die nächsten Nachbarn $A(j)$, die innerhalb der Kugel liegen**
- **man bereitet eine Matrix aus allen $N \times N$ Punkten**
- **$A(j)$ innerhalb der Kugel „schwarzer Punkt“, ansonsten als „weißer Punkt“**
- **wird für alle N Attraktorpunkte $A(t)$ durchgeführt.**
- **Ergebnis ist ein schwarz-weißes Bild der Matrix: der sogenannte Recurrence Plot**
- **Recurrence Plots geben Informationen über ähnliche Zustände des Systems**



Farbige Recurrence Plots

detaillierte Information über ähnliche Systemzustände am Attraktor



Nichtlineare Parameter

Um die nichtlineare Dynamik zu quantifizieren, können sogenannte Recurrence-Plots als Abbilder ähnlicher, benachbarter Systemzustände (dunkle Punkte) bzw. nicht-ähnlicher Systemzustände (helle Punkte) innerhalb einer vorgegebenen ε -Umgebung auf den Attraktoren extrahiert werden. Daraus lassen sich folgende Maßzahlen errechnen:

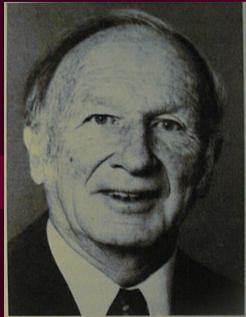
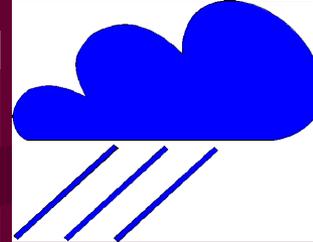
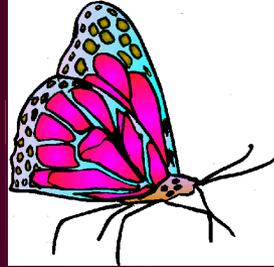
| | |
|---------------------------|---|
| % Recurrence | ⇔ ähnliche Systemzustände : alle Systemzustände |
| # Lines | ⇔ Anzahl w_i der Linien [gleiche Systemzustände] vorgegeb. Linie |
| % Determinismus | ⇔ Anzahl gleicher Zustände (Linien) : Anzahl ähnlicher Zustände |
| Ratio | ⇔ % Determinismus : % Recurrence - Phasenübergänge |
| Entropie | ⇔ Shannon-Entropie: $S = \sum w_i \ln w_i$ (Einheit: bit) |
| Trend | ⇔ Gradient der %-Recurrence (d/dr mit r als Abstand von Diagonalen) |
| Standardabweichung | ⇔ statistische Schwankung der Datenpunkte in der Zeitreihe |
| Divergenz | ⇔ Inverse der Länge der längsten Linie (Lyapunov-ähnliches Maß) |

Nichtlineare Parameter für RecPlots

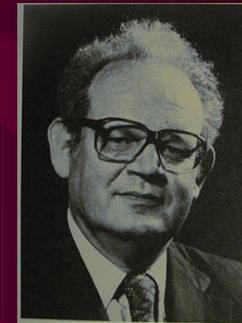
- **Prozentulle Recurrence (%-Rec):** Anteil der dunklen Punkte – höher Neigung zur Periodizität
- **Diagonale Linien k:** beschreiben gleiche Dynamik zu verschiedenen Zeiten – kurze Linien (Länge k bestimmt Lyapunov-Exp als Maß für Divergenz der Dynamik)
- **Entropie S:** Histogramm der Linien k ist Maß für Informationsentropie
- **Prozentueller Determinismus (%-Det):** Maß für deterministische Dynamik
- **Ratio:** Verhältnis von %-Det zu %-Rec – beschreibt Phasenübergänge in Zeitreihen

Chaos bedeutet Hypersensibilität

Schon der Flügelschlag eines Schmetterlings
kann einen großräumigen Wetterumschwung bewirken (E. Lorenz)



E. Lorenz

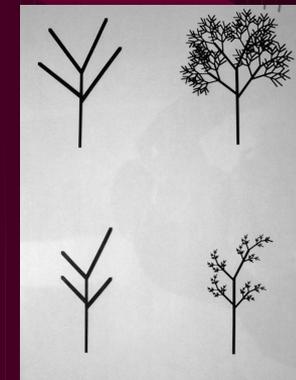


B. Mandelbrot

Fraktale sind selbstähnliche Ganzheiten

Fraktale sind die wahren Formen der Natur (B. Mandelbrot)

$$\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$$

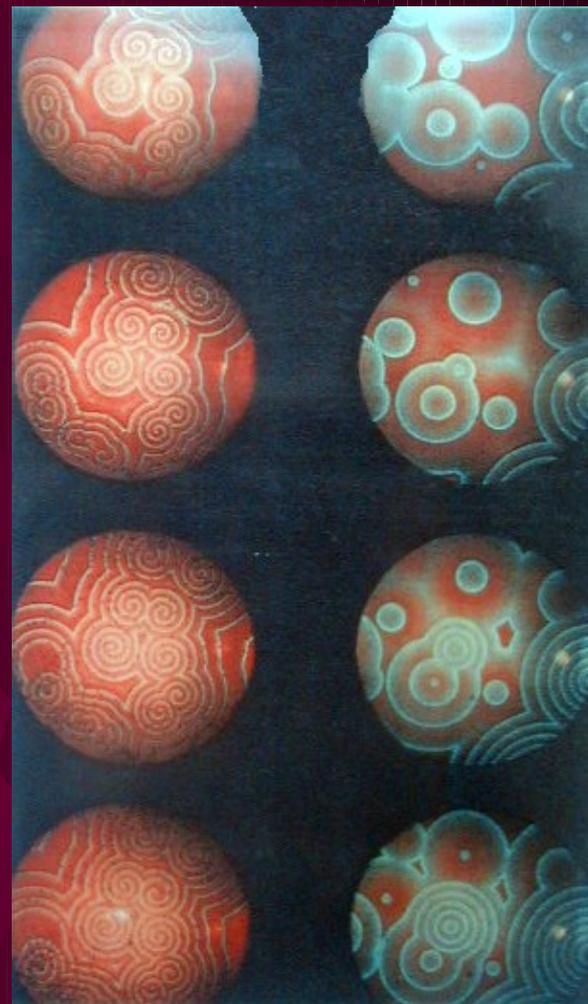


Nichtlineare Biochemie

Brüsselator

Nichtlin. Dynamik in Chemie

| | topics | source |
|----|--|--|
| 3 | recipe for BZ reaction | B.Z. Shakhshiri, Chemical Demonstrations: A Handbook for Teachers (University of Wisconsin, Madison, 1985) |
| 5 | recipe for BZ reaction and a physical chemistry lab experiment | J.A. Pojman, R. Craven, D.C. Leard, J. Chem. Ed. 71 , 84 (1994) |
| 2 | Oregonator model | R.J. Field, R.M. Noyes, J. Chem. Phys. 60 , 1877 (1974) |
| 1 | BZ reaction mechanism | R.J. Field, E. Koros, R.M. Noyes, JACS 94 , 8649 (1972); R.J. Field, R.M. Noyes, Nature 237 , 390 (1972) |
| -1 | Lotka model | A.J. Lotka, JACS 42 , 1595 (1920) |
| 0 | Brusselator model | P. Glansdorff, I. Prigogine, Thermodynamic Theory of Structure, Stability and Fluctuation (Wiley, 1971); G. Nicolis, Adv. Chem. Phys. 19 , 209 (1971) |
| 4 | Review paper | H. Degn, J. Chem. Ed. 49 , 302 (1972); G. Nicolis, J. Portnow, Chem. Rev. 73 , 365 (1973); R.M. Noyes, J. Chem. Ed. 66 , 190 (1989) |



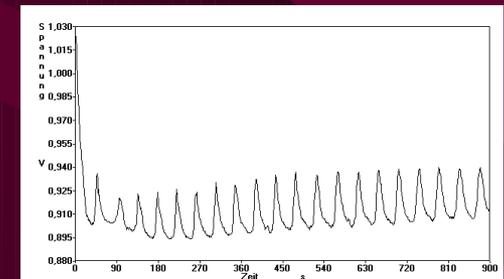
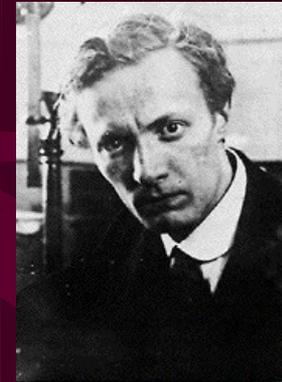
BZ-Reaktion - ein chem. Netzsystem

Mitte der 50er Jahre wurde der heute am gründlichsten untersuchte chemische Oszillator ebenfalls durch Zufall gefunden, nämlich die Belousov-Zhabotinsky-Reaktion (BZ-Reaktion)

Die moderne Geschichte der Erforschung oszillierender chemischer Reaktionen in flüssiger Phase begann 1951 in Russland, als **B. P. Belousov** zeitliche Oszillationen im Konzentrations-Verhältnis von Ce(IV)/Ce(III) während der Cer-Ionen-katalysierten Oxidation von Zitronensäure (citric acid) in acidic bromate entdeckte .

Sie zeigt fast alle in der nichtlinearen Kinetik vorkommenden Phänomene.

Die Entdeckung wurde aber erst 1958 publiziert. Die erste englische Übersetzung von Belousov's Originalmanuskript erschien in *Oscillations and Traveling Waves in Chemical Systems* a book edited by Richard J. Field and Mária Burger (Wiley, 1985)



Brüsselator

- Der Brüsselator ist ein von Prigogine und Lefever 1968 an der Freien Universität Brüssel aufgestelltes Schema einer nichtlinearen Reaktion, mit dem sich viele generische Phänomene der nichtlinearen Reaktionsdynamik studieren lassen.
- Der Brüsselator setzt sich aus folgenden Einzelschritten zusammen:



Daraus erhält man die nichtlin. Dynamischen Gleichungen

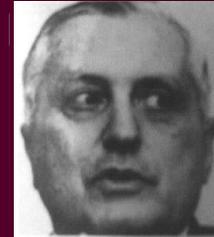
$$\frac{dx}{dt} = a - (b+1).x + x^2.y$$

$$\frac{dy}{dt} = b.x - x^2.y$$

Brüsselator – Nichtlin. chem. Reaktion

$$\begin{aligned} dx/dt &= a - (b+1).x + x^2.y \\ dy/dt &= b.x - x^2.y \end{aligned}$$

Prigogine
Leverer
Nicolis

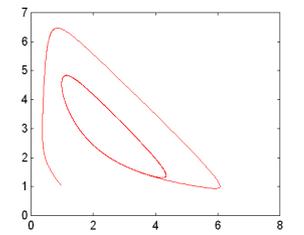
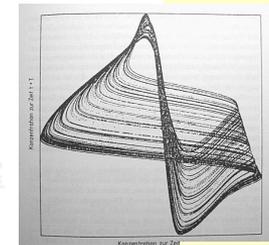
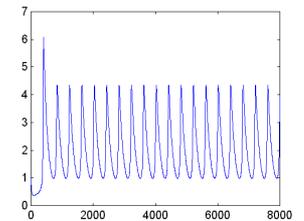
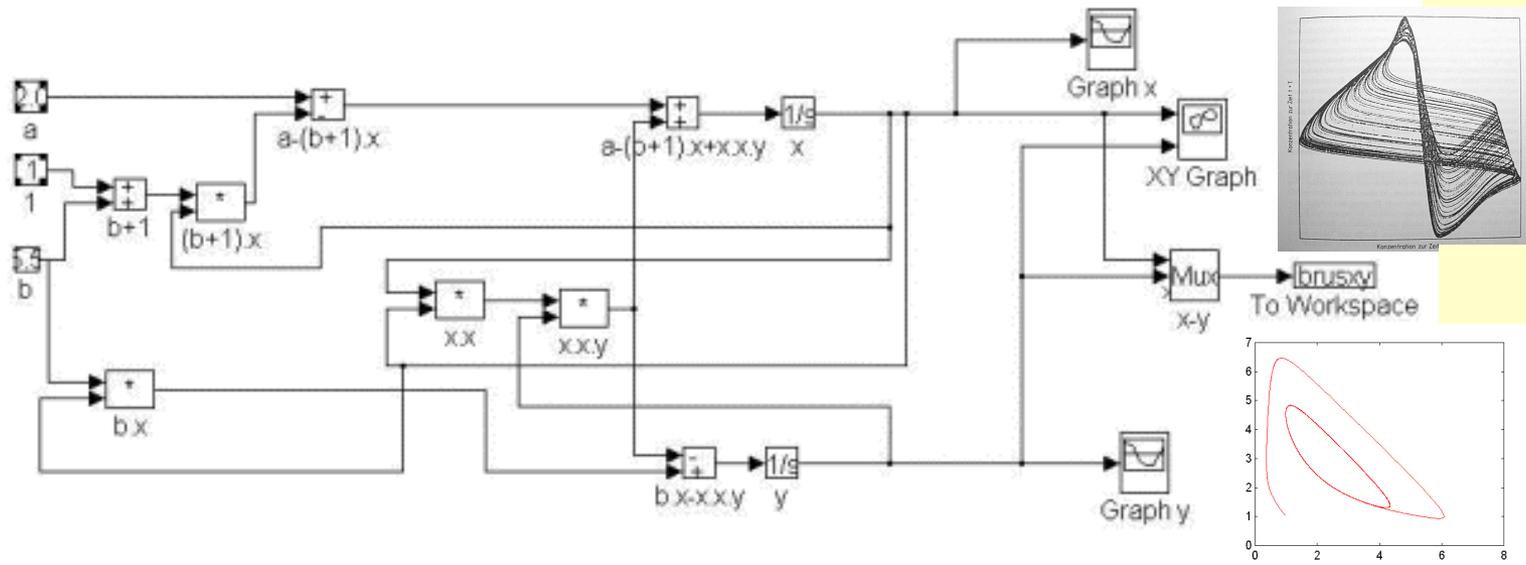


1968

1971

Lösung der Brüsselatorgleichung mit Matlab-Simulink:

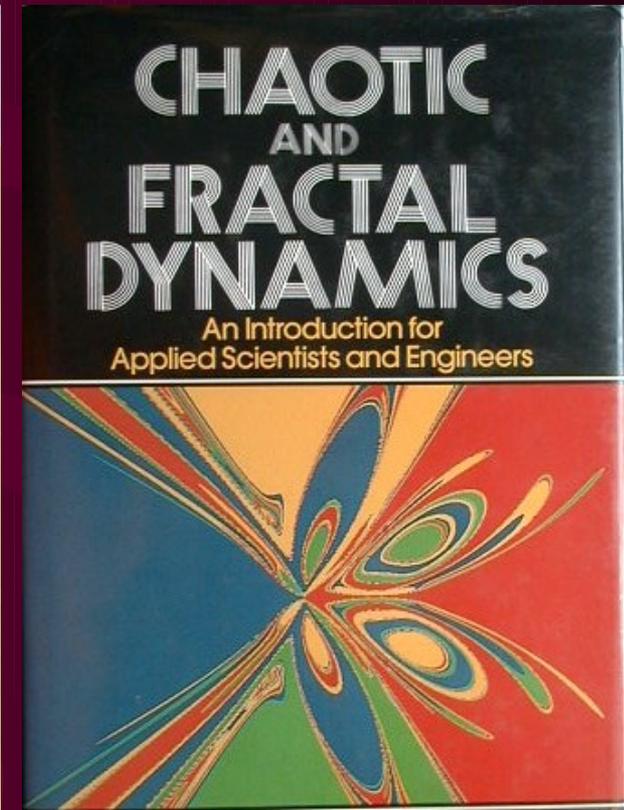
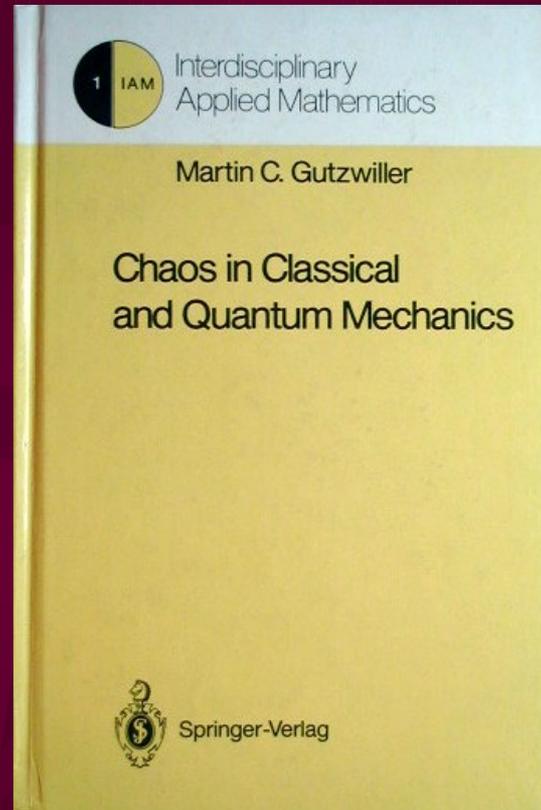
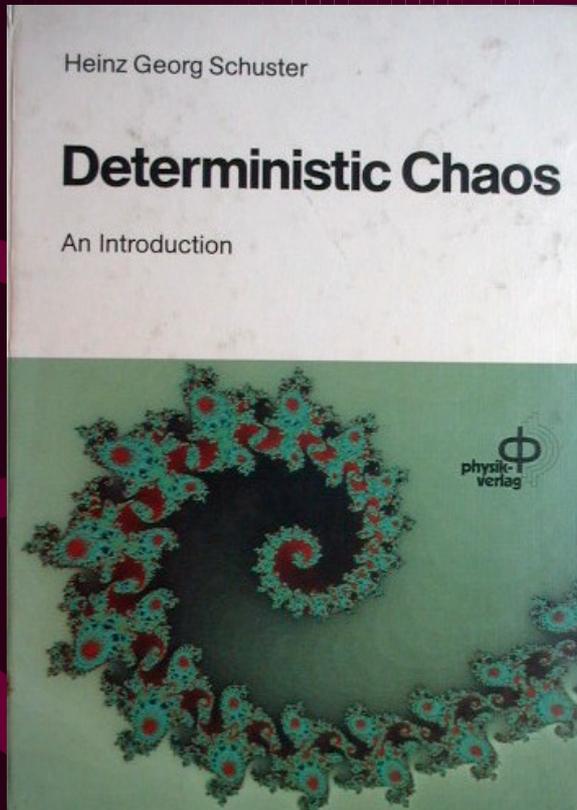
$a = 2.0$, $b = 5.5$, Runge-Kutta (min-Step 0.01, time 80),
Anfangswerte $x=1$, $y=1$; $0 < x < 10$, $0 < y < 10$



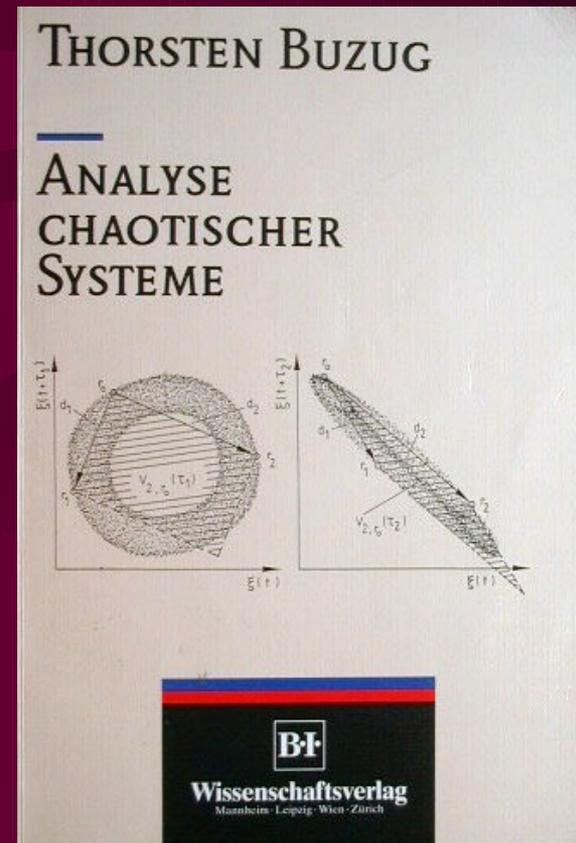
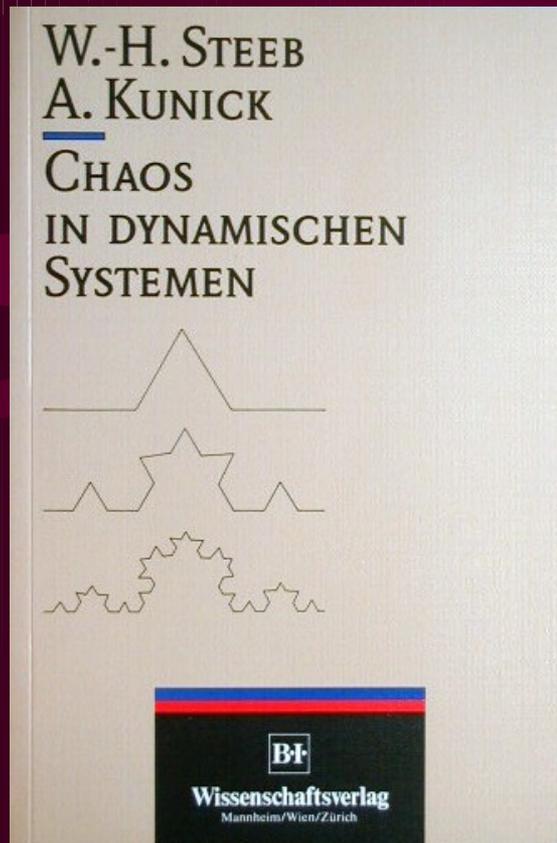
Ausblick

**Die nichtlineare Dynamik
stellt Methoden bereit,
die es gestatten,
die Wirkung von Regulationstherapien
wie Akupunktur, Laserpunktur, Qi Gong
Bioresonanz, TT, etc. auf den Organismus
als nichtlineares dynamisches System
zu untersuchen.**

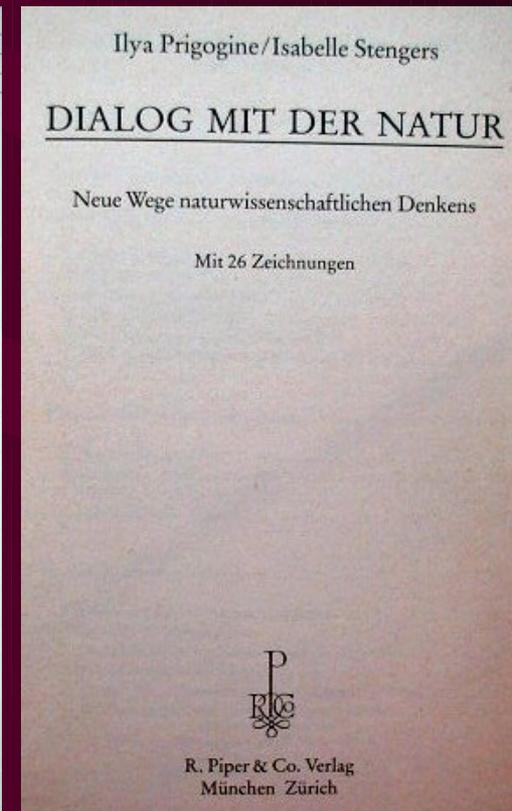
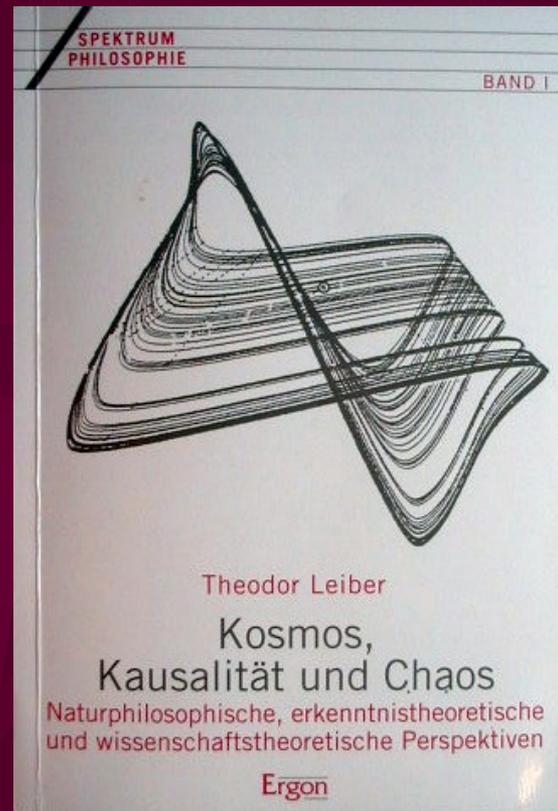
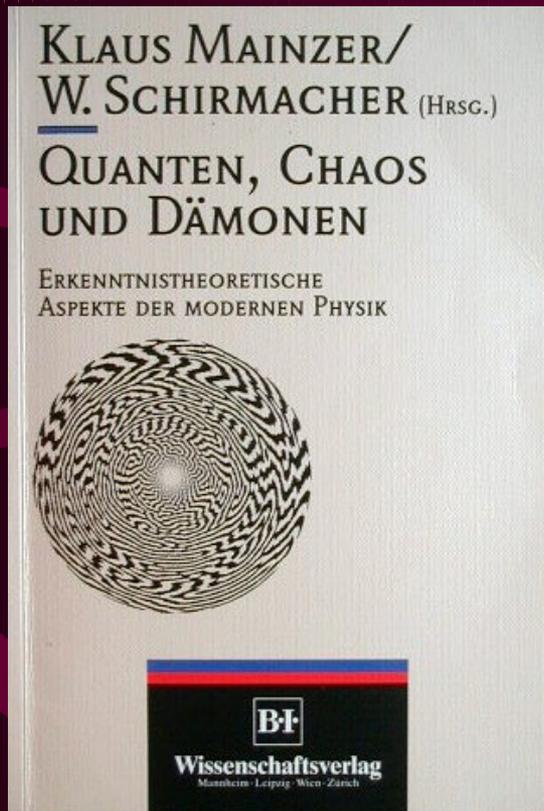
Literatur für Anwender-Naturwissenschaft



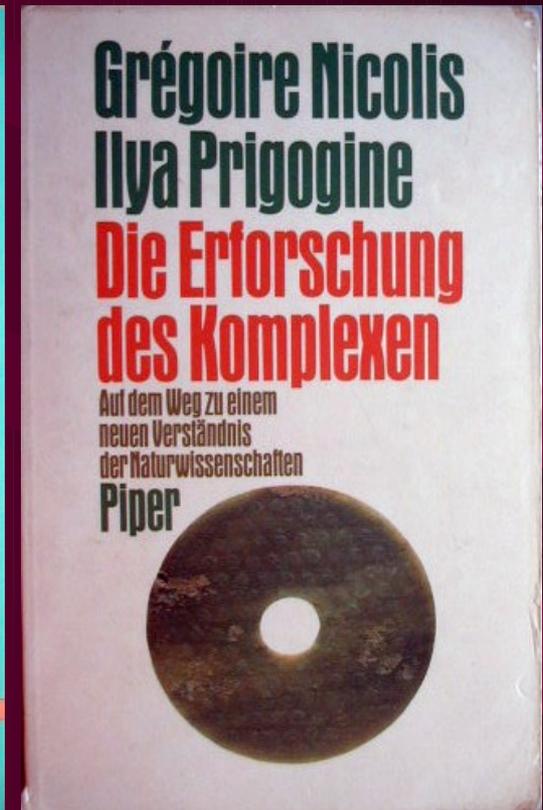
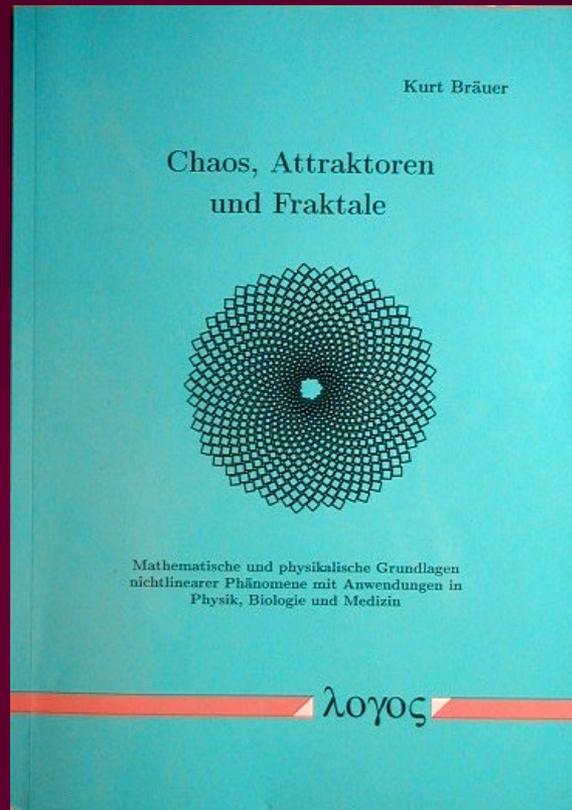
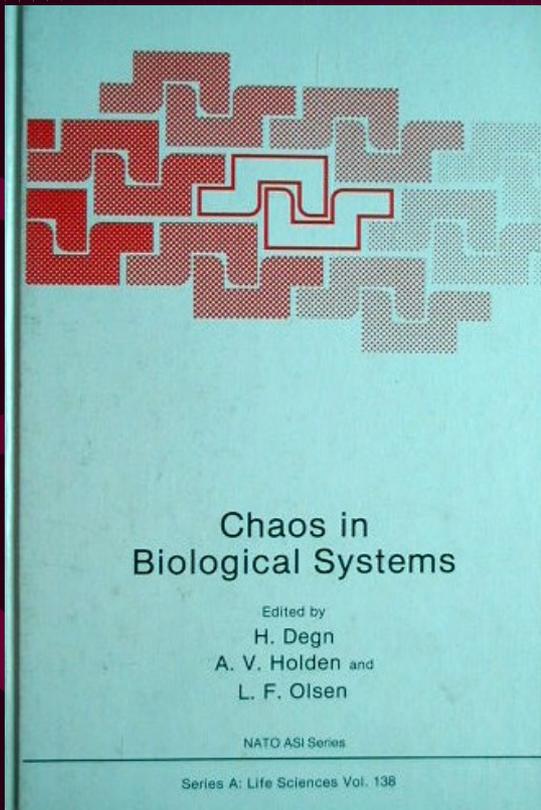
Literatur für Anwender-Naturwissenschaft



Literatur für Naturphilosophen



Literatur für Physiker, Biologen und Mediziner



Teil 3

Fraktale Medizin



Fraktale Medizin Therapeutic Touch

Prinzipien der Fraktalmedizin

- Selbstorganisation, dissipative Systeme
- Fraktale Zustände und dynamische Prozesse
- Nichtlineare Analyse von physiologischer Messdaten bzw. Zeitreihen

Fraktalmedizin

- **1998 Ambulanz für Ganzheitliche Krebstherapie** am Institut für Radioonkologie am SMZ Ost.
Beratung, psychotherapeutische Betreuung, Pilotprojekt „Therapeutic Touch“ (Dr. Ritt-W, Ing. F. Büchler)
- **1999 COOP Fraktalmedizin** mit der Photobiophysik (H. Klima) des Atominstutes ins Leben gerufen.
Anwendung nichtlinearer Dynamik
- **Wissenschaftliche Beratung:**
 - Univ. Doz. Dr. R. Hawliczek,
 - Univ. Prof. Dr. H. Klima
 - Univ. Prof. Dr. A. Stacher



Dr. Anita Ritt-Wollmersdorfer



Therapeutic-Touch am SMZ-Ost

- Ausgebildete TT-BB Heilkräfte bei der Therapie am SMZ-Ost
- Messung der Wirkung mittels Puls-Plethysmographie
- Auswertung der Daten mittels nichtlinearer Analyse (Chaostheorie)



Projektleiterin
Dr. Ritt- Wollmersdorfer



TT-BB-Heilkräfte mit Patient

Pilotprojekt COOP Fraktalmedizin

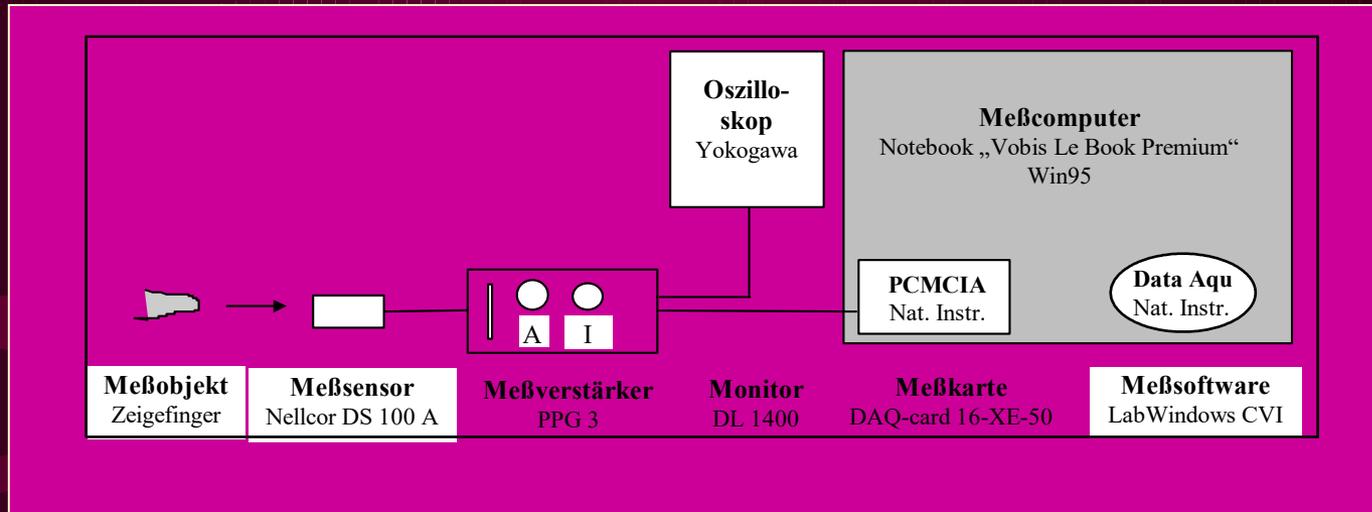


Therapeutic Touch und Brain Balancing - Bruyere

- TT ist das Dirigieren und Modulieren von Qi / Energie
- TT basiert auf dem Rogerianischen Konzept und Pflegemodell
- Brain Balancing – Bruyere: alternatives Stimulieren beider Akupunkturpunkte GB8

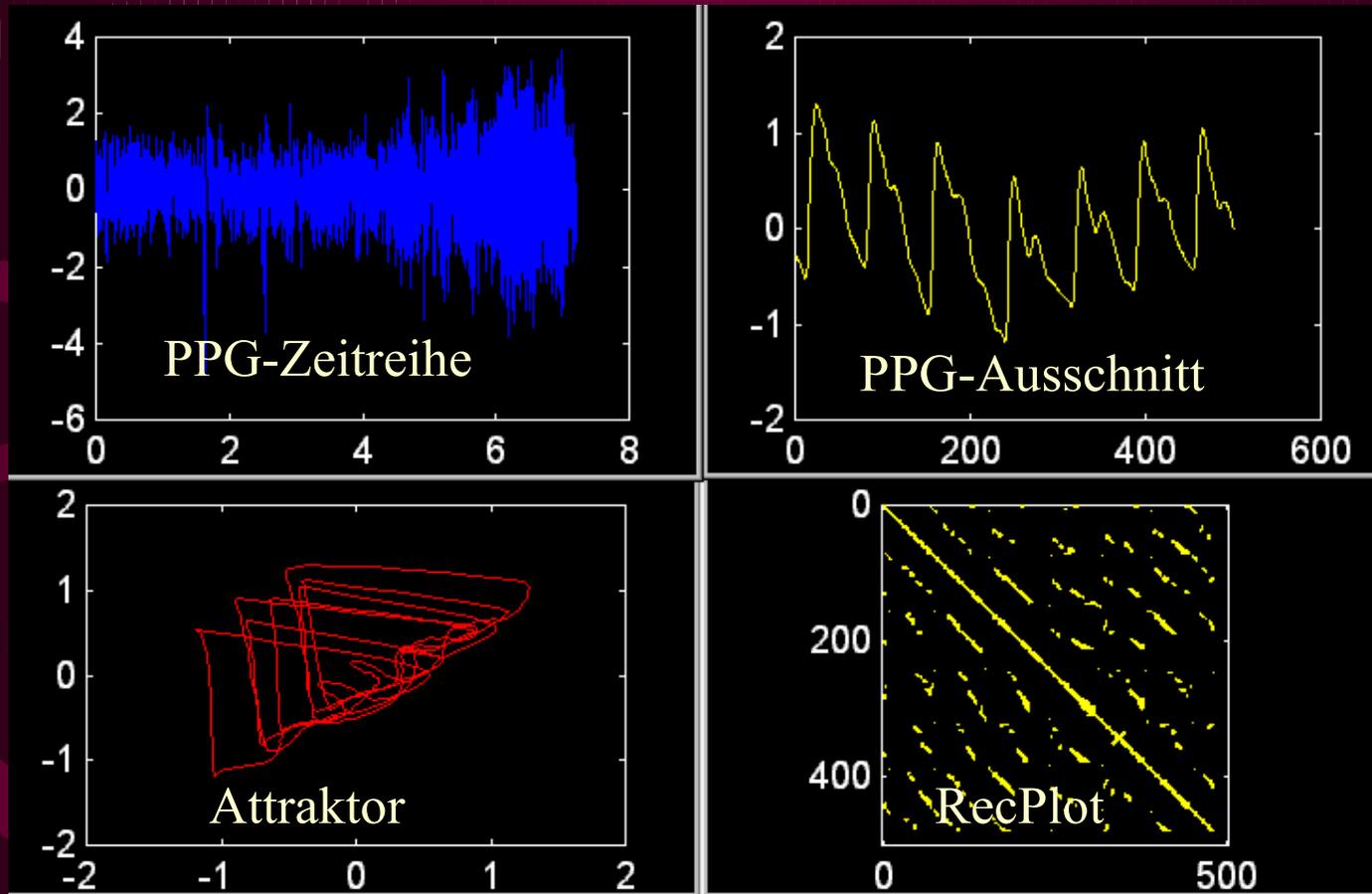
- TT-Therapeuten berichten von einer Änderung der Energiefeld-Dynamik, die mit Änderung der Pulsdynamik bei **Pulsassessment an der A.radialis** (ähnlich der Pulsdiagnose in der TCM oder Tibetischen Medizin)
- Nach mehr als 1500 durchgeführten TT-Behandlungen an der Ambulanz war dies u.a. ein Anlaß, die **Pulsdynamik** vor, während, und nach TT-Intervention kontrolliert apparativ zu untersuchen.

z.B. Messmethode PPG



Photoplethysmographie PPG

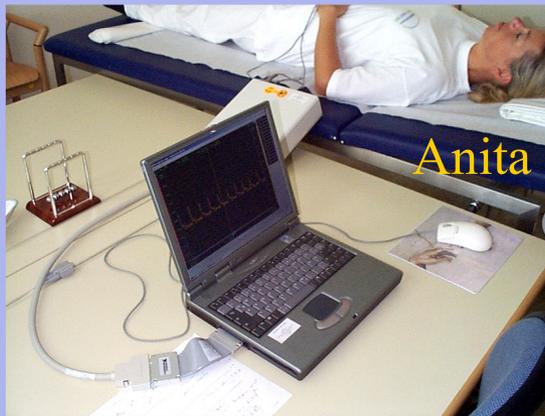
Beispiel für PPG-Einzelmessung



Messdurchführung



Meßaufbau

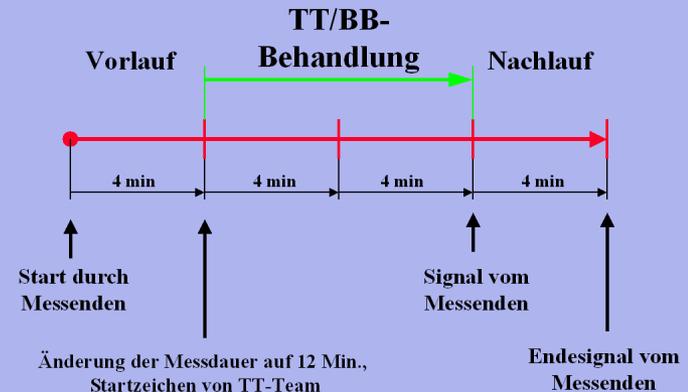


A. M. Ritt, F. Büchler

Folie 49



Meßablauf



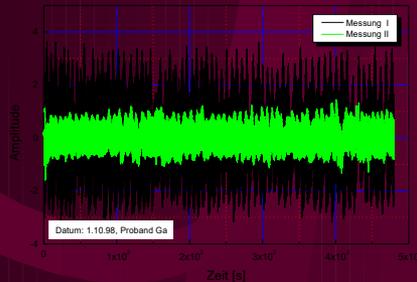
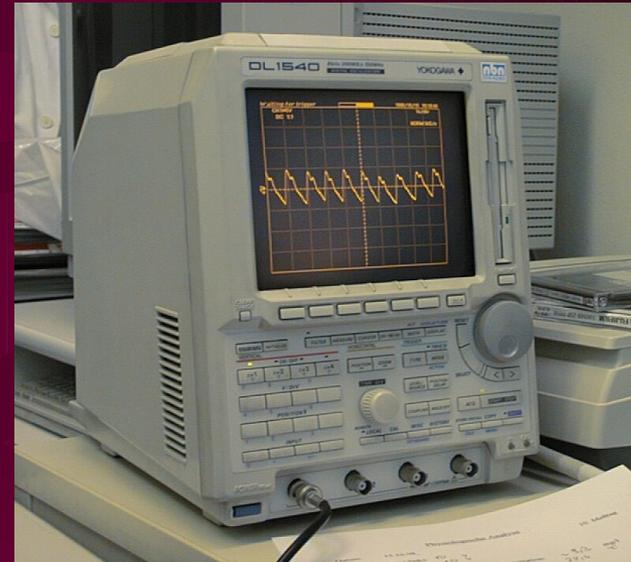
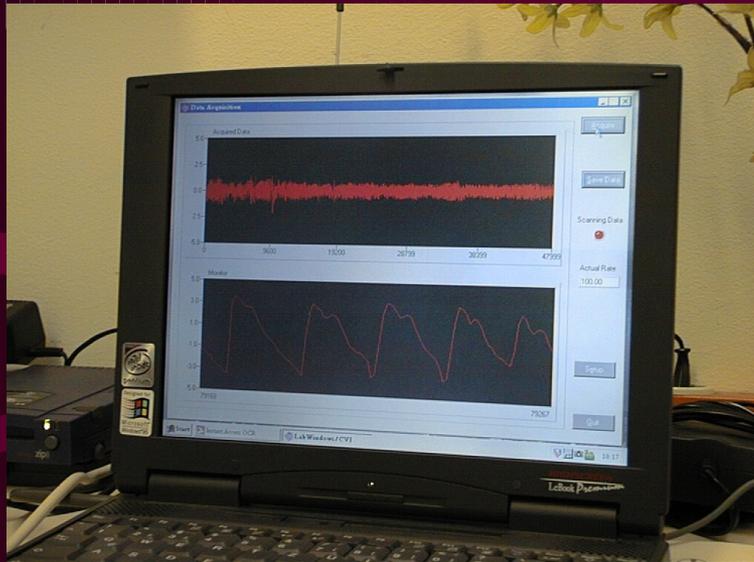
A. M. Ritt, F. Büchler

Folie 2

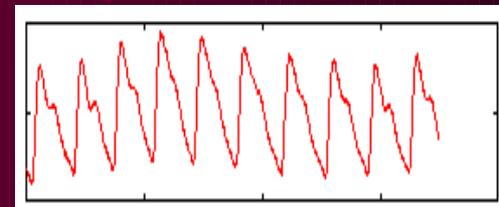
Photoplethysmographie PPG

Messung der durchblutungsabhängigen Reflexion bzw. Transmission von Infrarotlicht im Gefäß- (Kapillar-) system

Datenaufnahme einer PPG-Zeitreihe



PPG-Zeitreihe ganz



PPG-Zeitreihe Detail

PPG-Messung bei TT



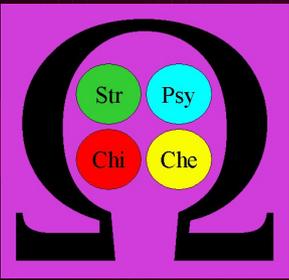
Patient mit PPG

Ing. F. Büchler

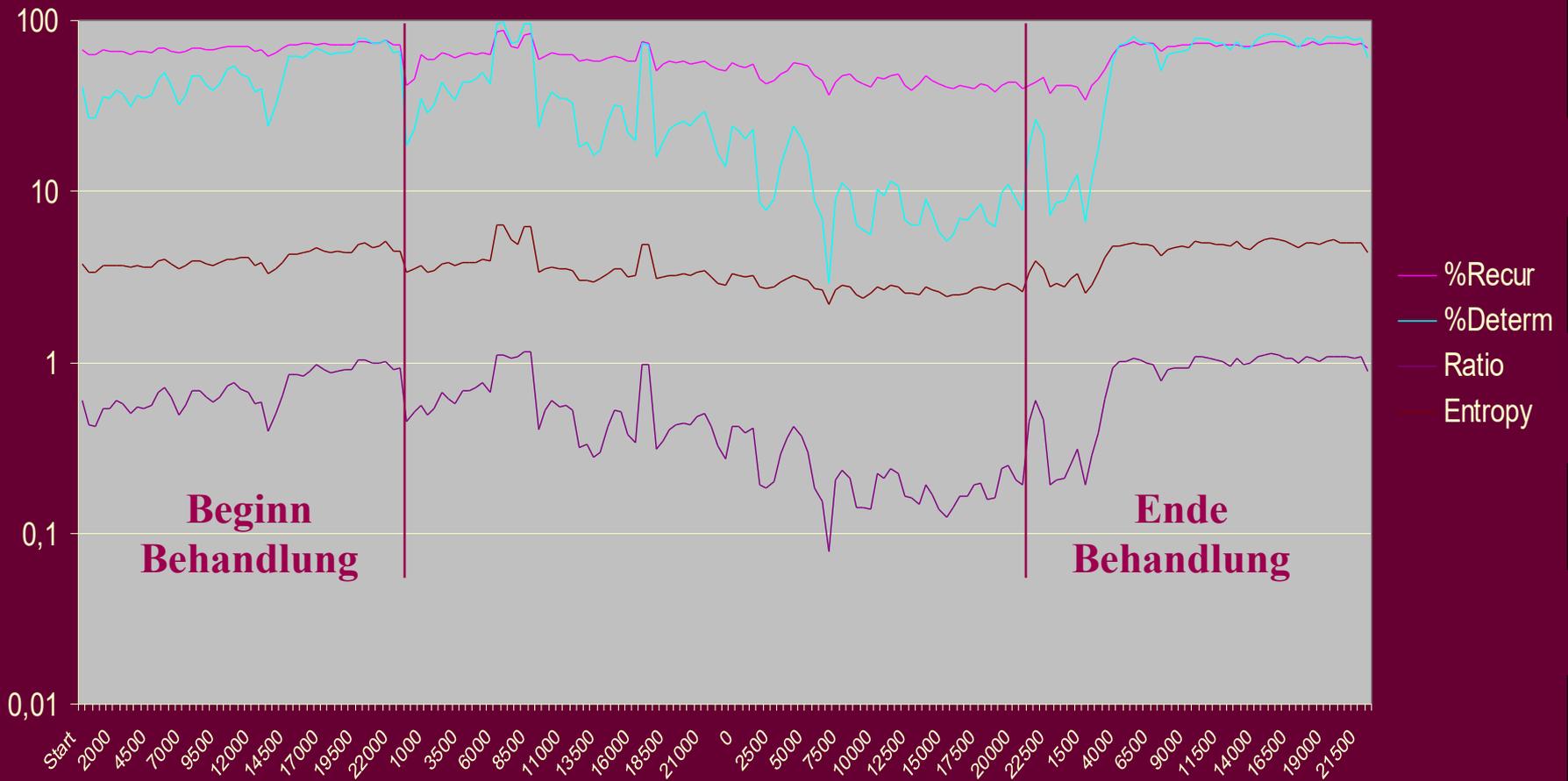
Dipl.Ing. A. Geißler



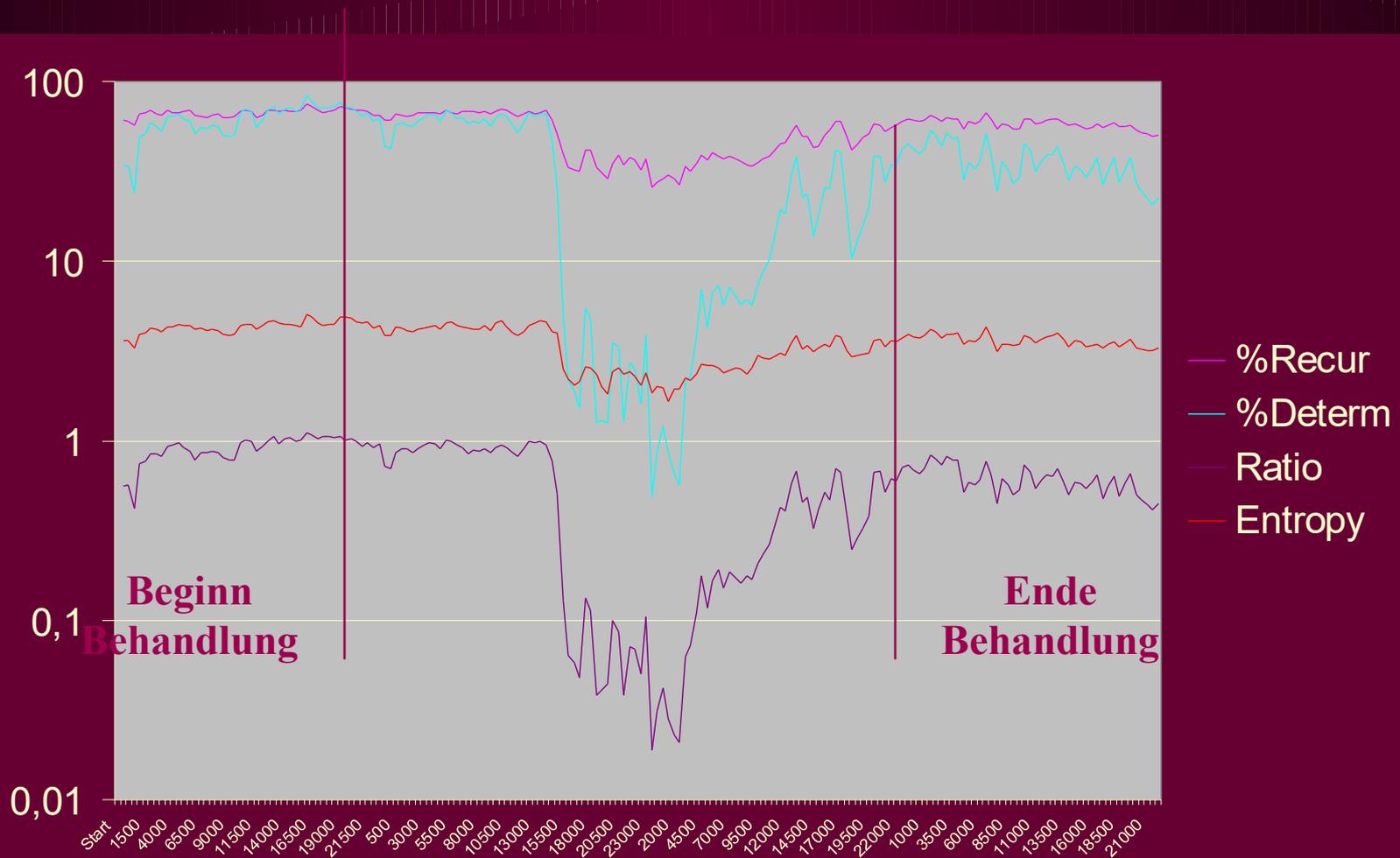
Projektkonsulent
Prof. Dr. H. Klima



Proband 1

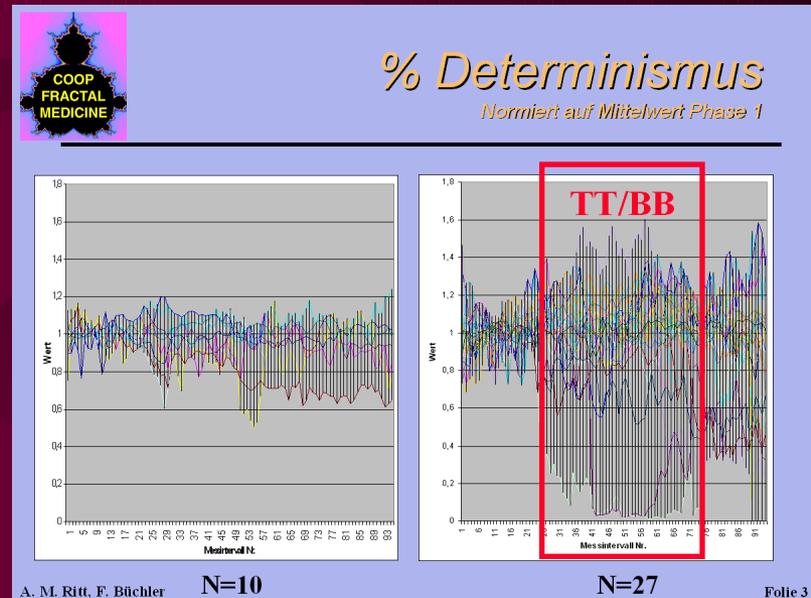


Datenauswertung eines Probanden



Erste Ergebnisse

- **PPG-Methoden** für die nichtlineare Analyse (37 Personen) physiologischer Daten **geeignet** sind und Veränderungen unter dem **Einfluß minimaler Stimuli** anzeigen, also **kleinste Reize messbar** darstellen.
- Ihre genaue medizinisch-physikalische Interpretation muss im Rahmen weiterer Untersuchungen ermittelt werden.
- Derzeit kann z.B. die **Abnahme des Determinismus** mit einer Verringerung der „Starrheit“ des Systems interpretiert werden.



Erste Hinweise

- Nichtlineare Analyse von PPG-Daten an 37 Personen unter dem **Einfluss von TT**
- Die genaue medizinisch-physikalische Interpretation muss im Rahmen weiterer Untersuchungen ermittelt werden.
- Die **Abnahme des Determinismus** kann mit einer Verringerung der „Starrheit“ des **Probanden** interpretiert werden.

Epilog

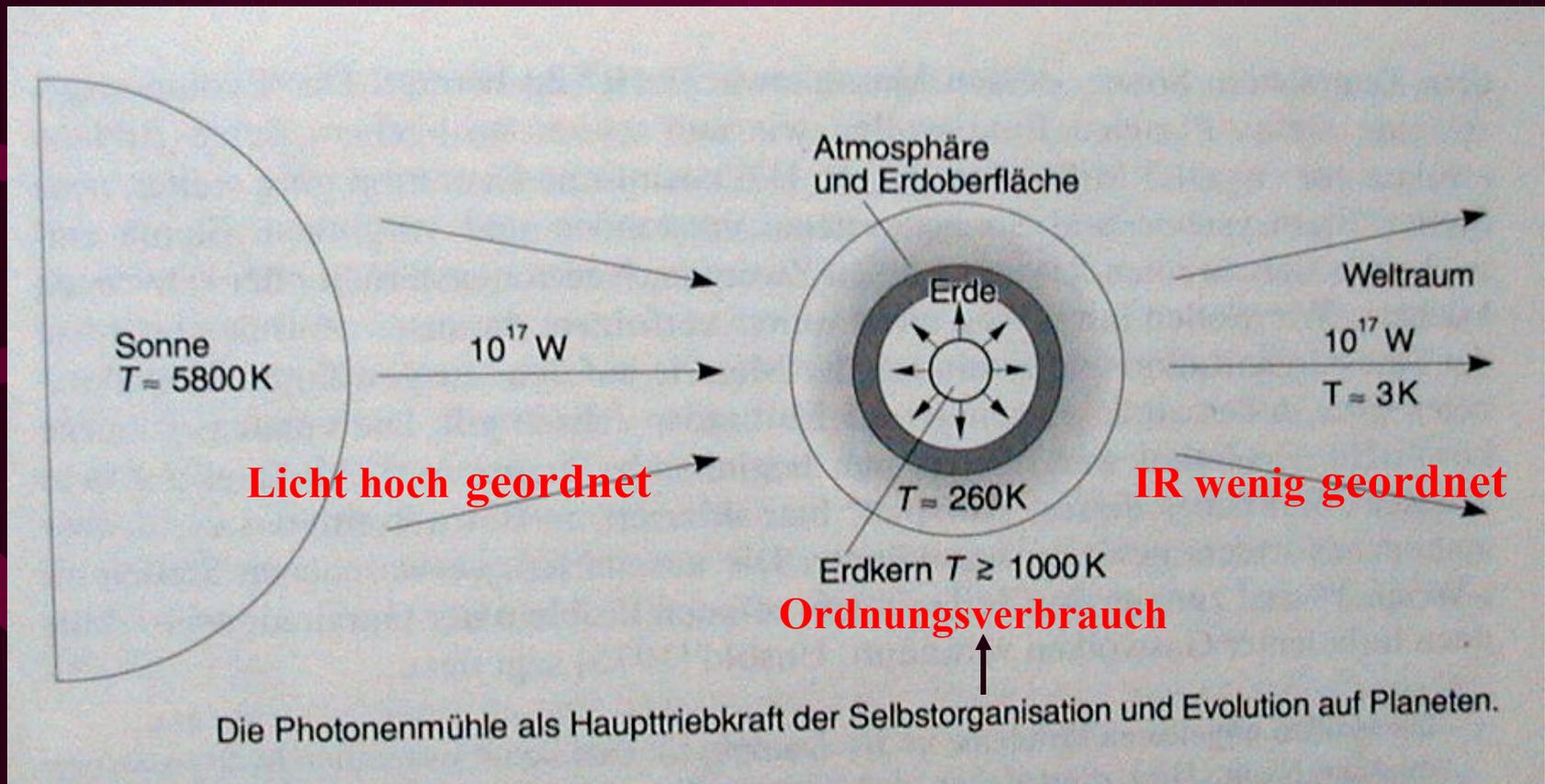
**Wir stehen an der Schwelle
einer fraktalen Ganzheitsmedizin,
deren Prinzipien im Holismus von
Naturwissenschaft und Naturphilosophie
und deren Methoden in elektromagnetischer
Bioinformation und nichtlinearer Dynamik
(deterministisches Chaos, seltsame
Attraktoren mit fraktaler Geometrie) liegen.**

Holotope

**Regionale, selbstähnlich-fraktale,
ganzheitliche Lebensräume**

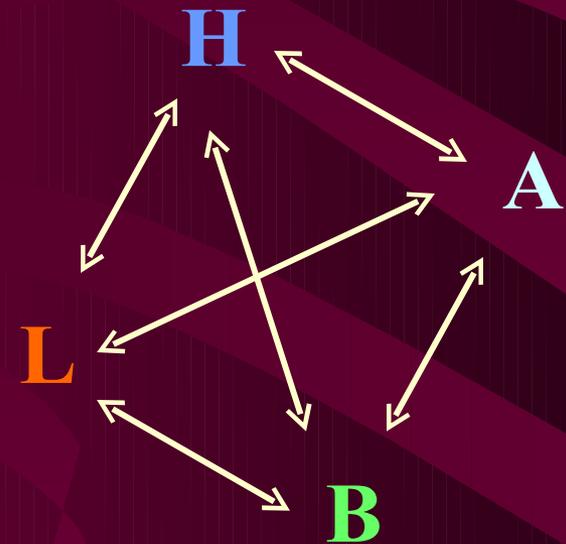
Erde als offenes System

hoch geordnetes Sonnenlichtes => weniger geordnete IR-Strahlung



Das Netzwerk der vier Sphären der Erde

- Hydrosphäre
- Atmosphäre
- Lithosphäre
- Biosphäre

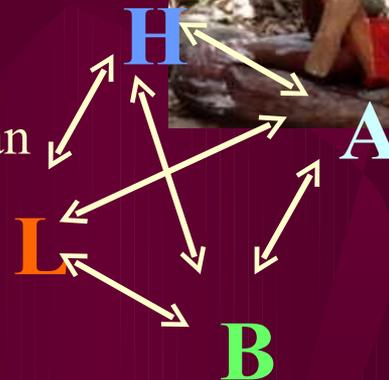


Mensch im sphärischen Netzwerk

- Mensch nimmt Nährstoffe aus **Biosphäre B**
- Nimmt Wasser aus und gibt es an **Hydrosphäre H**
- Gibt Kohlendioxid und Wasser an **Atmosphäre A**
- Nimmt Sauerstoff aus **Atmosphäre A**
- Gibt Stoffwechselprodukte an **Lithosphäre L**

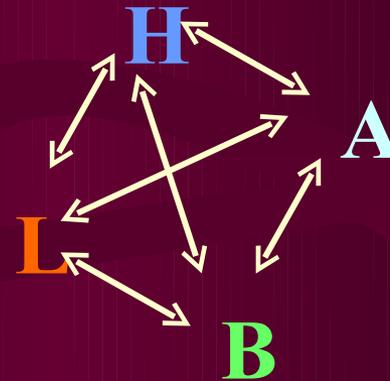
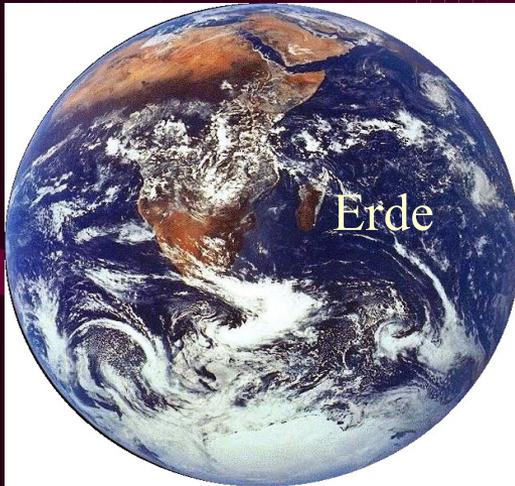


Aborigines
mit Körperbemalung

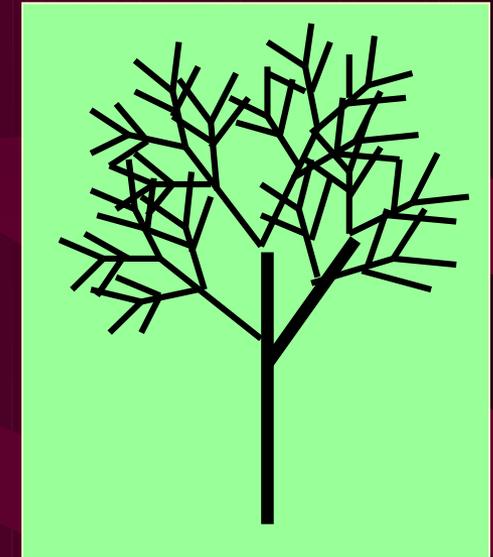


Holotope

ganzheitlich-fraktale Lebensräume



- Erde-Gaia =: Baum
- Regionen =: Äste
- Holotope =: Zweige



Analogien

Erde ist eine vernetzte Ganzheit und entspricht analog einem Baum
Region (z.B. EU) ist kleiner Spiegel der Erde und entspricht einem Ast
Holotop ist kleiner Spiegel einer Region und entspricht einem Zweig

Regionen der Erde

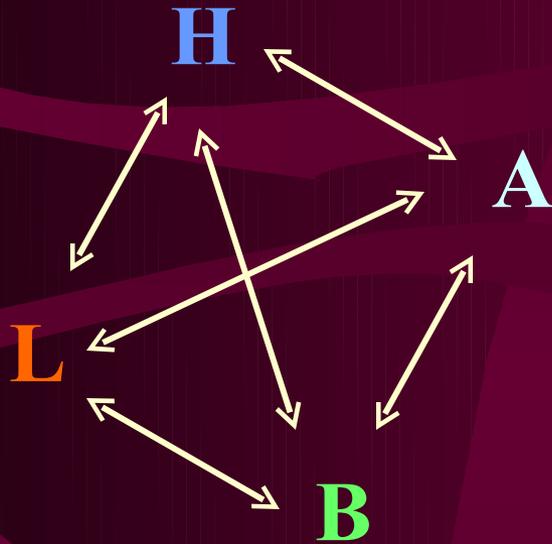
nach „2. Bericht an den Club of Rome“



M. Mesarovic, E. Pestel: Menschheit am Wendepunkt, dva, Stuttgart 1974

Holotope

regionale ganzheitliche Lebensräume



Holotope sind Netzwerke
aus den vier Sphären

Idee eines Holotop

Holotope

sind

ganzheitliche, selbstähnliche

Netzwerke

in den

Regionen

unseres

Planeten Erde



Zweige sind Symbole

Holotope

sind

ganzheitlich

Lebensräume einer Region

offen für Sonne + Erdwärme

selbstähnlich bzw. fraktal

selbstorganisierend - autark

evolvierend

im Einklang mit der Natur

Bewohner tragen Sorge für Ihre 4 Sphären

Kultur der Holotope

naturnah und autark

- Landwirtschaft (Permakultur, Ökolandbau)
- Bauwirtschaft (Baubiologie, Recycling)
- Verkehrswirtschaft (Min. Transportwege)
- Energiewirtschaft (Sonnenenergie, Erdwärme, Wasser-, Windkraft, Opt. Wirkungsgrade, Min. Wärmeverluste)
- Ganzheitsmedizin (v.a. prophylaktische Medizin, gesunde Ernährung, Wellness)
- Bildung (holosophisch, naturnah)
- Politik (Hokokratie, nach Schweizerart)
- Kunst (Förderung der Kreativität)
- Demoskopie (stabile Einwohnerzahl)
- Ökonomie (Finanz- und Realwirtschaft dienen dem Holotop, Infogesellschaft)

Ziel
ist die
Erhaltung
und
optimale
Entwicklung
des
Holotops

Akademie für Holistische Kultur

AHC

- **AHC** fördert die Holosophie und deren Umsetzung in ganzheitlichen, selbstorganisierenden und selbstähnlichen Lebensräumen: in Holotopen.
- **AHC** führt nationale und internationale Projekte durch
- **AHC** strebt die Errichtung von entsprechenden regionalen Lehr- und Lerninstitutionen mit angeschlossener Praxis in Modell-Holotopen als Beitrag zur Lösung gegenwärtiger geopolitischer Probleme an.



DIE "AKADEMIE FÜR HOLISTISCHE KULTUR" BEZWECKT DIE FÖRDERUNG VON REGIONALEN HOLOTOPEN DURCH ANWENDUNG HOLISTISCHER ERKENNTNISSE IN WISSENSCHAFT, PHILOSOPHIE, KUNST UND ETHIK.

- Holotope sind selbstähnliche und selbstorganisierende Lebensräume, welche die Ganzheit der Erde auf vielfältige Weise regional widerspiegeln.
- In Holotopen beachten die Menschen die Erkenntnisse der Wissenschaft, wonach die vier Erdsphären, nämlich Hydro-, Atmo-, Litho- und Biosphäre mit dem Licht der Sonne ganzheitlich zusammenwirken.
- Menschen in Holotopen streben daher nach jener ganzheitlichen Weisheit, wonach die ethische Verantwortung für das untrennbare Netzwerk der vier Sphären ihrem Leben Sinn gibt.
- Durch die Anwendung und die künstlerische Darstellung der holosophischen Weisheit in allen Bereichen eines Holotops übernehmen Menschen in Liebe auch Verantwortung für den Planeten Erde.

SCHWERPUNKTE

- Die AHC setzt ihre Ziele um mit:
- Öffentlichkeitsarbeit
 - Seminaren und Symposien
 - Medienunterstützung
 - Publikationen, ...

FORSCHUNG

- Die AHC forscht auf Gebieten wie:
- dynamische Netzwerke und Fraktale
 - erneuerbare Energien
 - Strategien der Evolution
 - holistische Ethik, ...

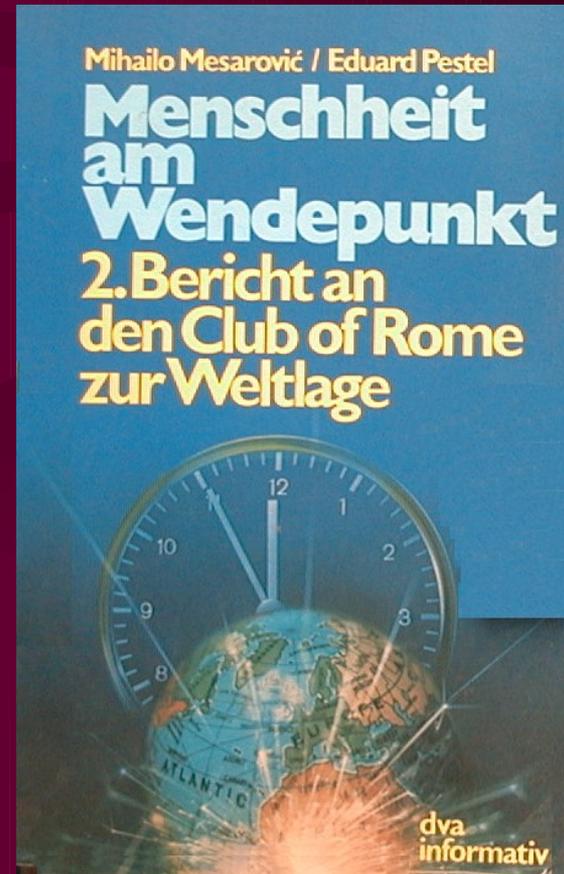
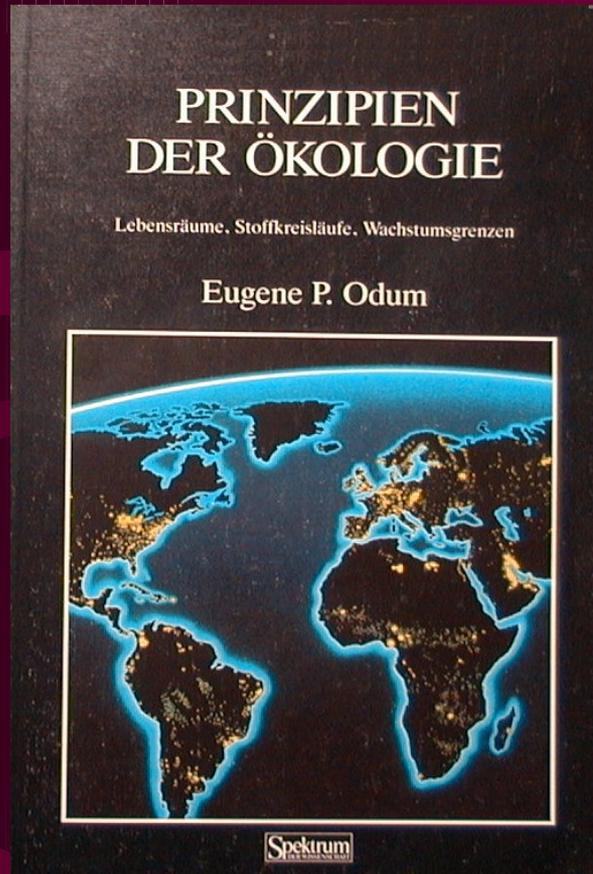
KOOPERATIONEN

- Die AHC strebt Zusammenarbeit an mit:
- Initiativen zur Regionalentwicklung
 - Institutionen mit ähnlichen Zielsetzungen
 - holistisch orientierten Bildungseinrichtungen
 - holistisch orientierten Anwendern, ...

AKTIVITÄTEN

- Die AHC setzt sich ein für:
- Errichtung von Modell-Holotopen
 - holistische Landwirtschaft
 - holistisches Gesundheitswesen
 - holistische Architektur, ...

Literatur Regionen



Mein Credo

- **Ganzheitliche Erkenntnis** bzw. Holismus ermöglicht optimale kosmische Evolution.
- **Ganzheitlicher Weisheit** bzw. Holosophie führt zur Toleranz und Genügsamkeit .
- **Ganzheitliche Lebensräume** bzw. Holotope führen zur regionalen und und globalen Verantwortung.
- **Ganzheitliches Bewusstsein** verbindet uns zeitlos mit dem kosmisch Einen, von dem wir herkommen und zu dem wir wieder zurückkehren.

