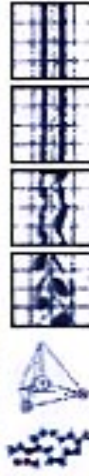


Autorenteam

# bilder vom wasser

strukturen

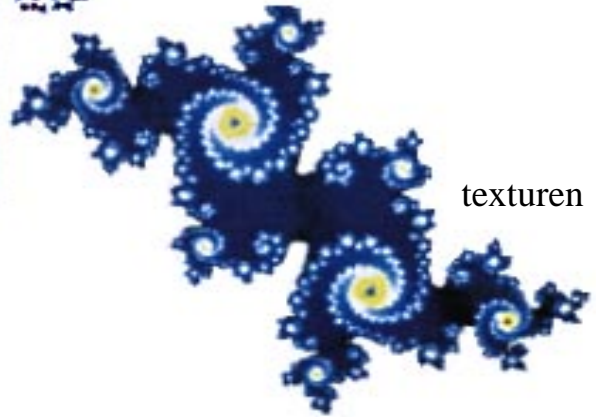


Entdecken und Erfinden  
von Wirklichkeiten

formen



gestalten



texturen



artefakte



konkrete utopien

## Vorbemerkung:

### ***Dialog- und Gestaltungsfähigkeit als Bildungsziele in einer sich verwissenschaftlichenden Gesellschaft***

Die hier vorgestellten Materialien wenden sich an alle, die an interdisziplinären Arbeitszusammenhängen interessiert sind: an Lehrende in Bildungseinrichtungen, Mitglieder in politischen Gruppierungen (Parteien, Berufsverbände, Bürgerinitiativen, soziokulturelle Netzwerke o.ä.) an Wissenschaft interessierte Laien oder an Berufstätige, die in komplexen Arbeitszusammenhängen tätig sind. Es sollen Orientierungen angeboten werden für den Umgang mit offenem und komplexem Wissen, für die Entschlüsselung komplexer Entwicklungen, für die Vertiefung auch in fremde Spezialisierungen bei gleichzeitiger bereichsübergreifender Integration (Kooperations- und Teamfähigkeit), für die Teilnahme an langfristigen Arbeitsprozessen, für Identitätsfindungen in komplexen Kontexten, für die Ausbildung von Wissen über Wissen und für die kreative Gestaltung möglicher Zukünfte („konkrete Utopien“).

Die Anlage der Materialien orientiert sich an der Entwicklung menschlichen Wissens sowohl in historischer wie systematischer Sicht. Entfaltet werden sechs Tätigkeitsfelder, die von der alltäglichen Lebenswelt über Kunst und Naturwissenschaft aufsteigen zu den Formalwissenschaften, um dann über die Technologie wieder zur gesellschaftlichen Praxis zurückzukehren. Dadurch entsteht eine *Interdisziplinarität*, in der verschiedenartiges Wissen nicht nur additiv aneinandergereiht, sondern schrittweise entwickelt wird und immer aufeinander bezogen bleibt. Gleichzeitig wird ein Nachdenken über die Entstehung und Entwicklung von Wissen und damit *Transdisziplinarität* angeregt, verstanden als ***Erzeugung von Wissen über Wissen*** in einem Dialog von Wissenschaft und Gesellschaft.

Genutzt werden können die Materialien zum Selbststudium wie auch als Einführungs- und Begleitmaterial für Projekte in verschiedenen Praxisfeldern.

Um die Zielrichtung der Materialentwicklung deutlich werden zu lassen, werden im folgenden einige Bildungsziele benannt, die als grundlegend angesehen werden können für den Umgang mit Wissen in einer sich verwissenschaftlichenden Gesellschaft:

- o Erkennen, daß Gegenstände/Objekte nicht mehr einfach gegeben sind, sondern auf theoriegeleiteten Konstruktionen beruhen und vielfältige Metamorphosen durchlaufen.
- o Erkennen, daß unmittelbare Anschauung nicht mehr das zentrale Mittel menschlicher Tätigkeit ist, sondern Unanschaulichkeit und Anschaulichkeit in einem komplementären Verhältnis zueinander stehen.
- o Erkennen, daß Demokratie und Wissenschaft nur über inter- und transdisziplinäre Dialoge miteinander vereinbar sind: „Jeder Mensch ein Wissenschaftler“ (G.A. KELLY) / „Jeder Wissenschaftler ein Mensch“ (A. RAEITHEL).
- o Erkennen, daß Wissen heute komplex, dynamisch und offen ist und in einem vorher nicht bekanntem Maße in einem Spannungsfeld von Wissen und Nicht-Wissen steht.
- o Erkennen, daß die Gestaltung der Welt durch die Menschen in einem Spannungsfeld von Erhaltung und Gestaltung steht (Bewußtheit über die Notwendigkeit von „Sustainable Development“).



## INHALTSVERZEICHNIS

### Autorenteam

Wilhelm Walgenbach (Konzeption)

Karl Heinz Eden

Henning Freiberg

Hartmut Giest

Roland Oesker

André Petry

Yvone Richter

Ulrich Staudenmayer

Stefan Schuldt

Wilhelm Wolze

1. Bilder vom Wasser -  
Integration von Wissenschaft, Kunst, Tech-  
nologie und Alltagsleben

2. Schrittweise Entfaltung der Komplexität  
des didaktischen Konzepts

2.1 Das Grundproblem: Das Verhältnis von  
Mensch und Natur

2.2 Sechs Tätigkeitsfelder und erste  
Beispiele für mögliche Aktivitäten

2.3 Vorstellung eines didaktischen Pro-  
gramms - Weitere Ausdifferenzierung der  
sechs Tätigkeitsfelder

2.4 Die sechs Tätigkeitsfelder in einer zu-  
sammenfassenden Übersicht

Materialien aus Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in  
folgenden institutionellen Kontexten:

Akademie der Bildenden Künste, Braunschweig

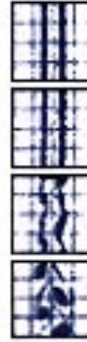
Bundesakademie für musische Bildung u. Medienerziehung, Remscheid

IPN - Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften, Kiel

Universität Santa Maria RS/Brasilien

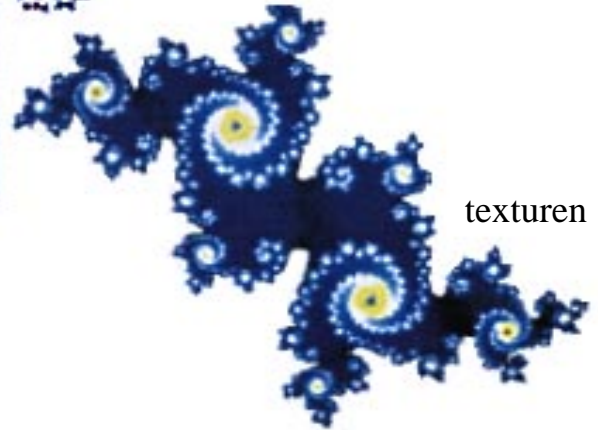
Universität Potsdam, Institut f. Grundschulpädagogik

strukturen



Entdecken und Erfinden  
von Wirklichkeiten

formen



texturen

gestalten



artefakte



konkrete utopien

## 1. Einführung

### Bilder vom Wasser - Integration von Wissenschaft, Kunst, Technologie und Alltagsleben

Probleme moderner Gesellschaften sind *komplexe* Probleme. Da sie nicht zuletzt durch den Einsatz von Wissenschaft, Kunst und Technologie hervorgerufen wurden, liegt es nahe, nach interdisziplinären Lösungen zu suchen, die aus einem Wechselspiel dieser drei Bereiche hervorgehen. Ebenso ist eine demokratische Beteiligung aller an den Problemlösungen anzustreben, weil nur so Ideenreichtum und die Zustimmung der Betroffenen erreicht werden kann.

Wasser ist ein Gegenstand, an dem die Zusammenarbeit von Wissenschaft, Kunst, Technologie und Alltagsleben exemplarisch geübt werden kann. Es ist ein faszinierendes Naturphänomen, voller Dynamik und Komplexität und eine unentbehrliche Lebensgrundlage.

Bilder vom Wasser sind für den Menschen ein wichtiges Mittel, um sowohl gegebene Wirklichkeit zu entdecken wie mögliche Wirklichkeiten zu erfinden. Bilder sind also immer sowohl *Ab-*bildungen wie *Ein-*bildungen, Repräsentationen und Reproduktionen wie Konstruktionen und Entwürfe möglicher Zukünfte.

Die Erzeugung von Bildern wird in sechs Tätigkeitsfelder eingeteilt. Da mit Bildern immer Ganzheiten präsentiert werden, wird hier von *Systemen* gesprochen, um einen gemeinsamen Nenner für alle Bereiche zu haben.

Unterschieden werden die folgenden, aufeinander aufbauenden Stufen:

- 1 INTUITIVE SYSTEME: Gestalten
- 2 KÜNSTLERISCHE SYSTEME: Formen
- 3 NATURWISSENSCHAFTLICHE SYSTEME:  
Strukturen
- 4 FORMAL-ABSTRAKTE SYSTEME: Texturen
- 5 TECHNOLOGISCHE SYSTEME: Artefakte
- 6 ÖKOLOGISCHE SYSTEME: Konkrete Utopien

Insgesamt ergibt sich ein Gang durch verschiedene Disziplinen, die aber immer aufeinander bezogen bleiben. Grundlegend ist dabei eine Entwicklungslogik, die auf dem Spannungsverhältnis von Inhalt und Form aufbaut: Durch die Trennung von Form und Inhalt, durch immer stärkere Konzentration auf das Formale wird eine Ebene hoher Abstraktion erreicht, die einen Zugang zur Welt des Möglichen eröffnet. Zum Problem wird schließlich, wie man Wirklichkeit und Möglichkeit in konkreten Utopien miteinander in ein produktives Wechselspiel bringen kann. Das Wissen über die verschiedenen Arten von Bildern kann bei diesen Entwürfen für mögliche Zukünfte zu einem wichtigen Mittel bewußter menschlicher Tätigkeit werden.

## 2. Schrittweise Entfaltung der Komplexität des didaktischen Konzepts

2.1.

Das Grundproblem:

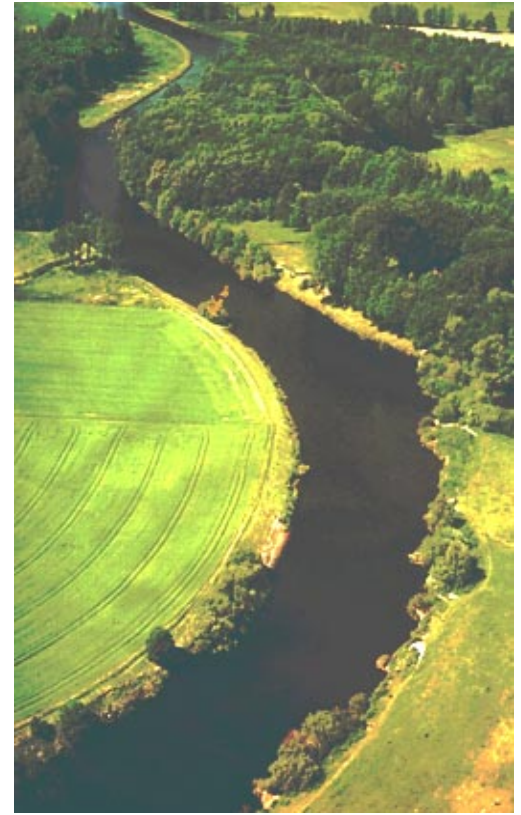
Das Verhältnis von Mensch und Natur

## Das Grundproblem:

*Welche Beziehung sollen zwischen  
Natur und Mensch bestehen?*



◀  
Lernende neigen dazu, beim Bau von Tischbrunnen das Wasser in eine strenge, einfache Ordnung zu zwingen. Sie bringen ihre Zivilisationserfahrungen bildhaft zum Ausdruck: Im Alltagsleben begegnet ihnen das Wasser überwiegend nur in kanalisierter Form, kaum aber noch in der Komplexität seiner natürlichen Bewegungen.



▲  
Wasser in der Komplexität seiner natürlichen Bewegungen, mit vielfältigen Verwirbelungen und Turbulenzen, hat Leonardo da VINCI in seinen Zeichnungen dargestellt.

▲  
„Das Flüssige ist das sensible Chaos“ (NOVALIS). In komprimierter Form wird hier die Erfahrungen der Menschen mit Wasser zum Ausdruck gebracht: Grundlegend ist eine Spannung von Ordnung und Chaos sowie von Beeinflussbarkeit und eigenwilliger Beeinflussung.

Wie soll sich der Mensch gegenüber diesen Spannungsfeldern verhalten? Der Philosoph Ernst BLOCH sieht drei, historisch aufeinanderfolgende Möglichkeiten:

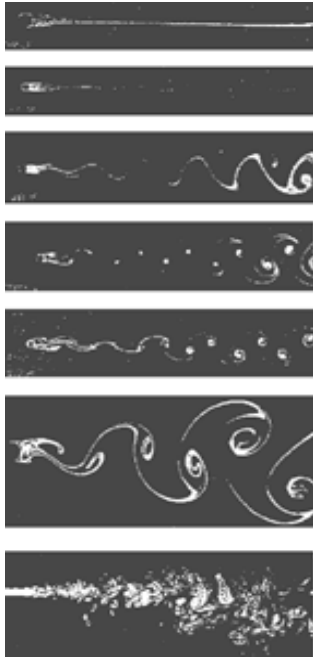
- o In der Phase des *Naturzwangs* dominieren die Naturgewalten.

- o In der heutigen Phase der *Naturbeherrschung* dominiert der Mensch mit Hilfe von Wissenschaft und Technik über die Natur, zerstört sie aber zunehmend.

- o In Zukunft muß eine Phase der *Naturalianz*, eine Partnerschaft von Mensch und Natur angestrebt werden.

## Eine Schlüsselerfahrung:

### Ein Bildungsexperiment mit einer "Wirbelstraße"



Flüssigkeitsbewegungen vollziehen sich in einem Spannungsfeld von Ordnung in Form laminarer Strömungen bis hin zum Chaos von Verwirbelungen und Turbulenzen. Die "Wirbelstraße", in ihrer Idealform bekannt als KARMANNsche Wirbelstraße (benannt nach dem Strömungsforscher KARMANN), stellt eine Grenzphänomen insofern dar, als sie zwar komplex, aber noch im Experiment reproduzierbar ist und damit sich im Übergangsbereich von Ordnung zum Chaos bewegt.

Wenn man in ein mit Flüssigkeit gefülltes Becken einige Tropfen Ölfarbe hineingibt und in langsamer Bewegung einen Stab durch die Flüssigkeit hindurchführt, entstehen Verwirbelungen, die sich unter bestimmten Umständen zu einer Wirbelstraße gruppieren (mathematisch darstellbar mit der sogenannten REYNOLDS-Zahl).

Man erfährt dabei zweierlei:

- o Zum einen ist das Flüssige durch den Menschen bestimmbar, zum anderen wird der Mensch aber auch immer in seinem Kontakt mit dem Flüssigen durch dieses bestimmt.
- o Gleichzeitig kann man beobachten, daß das Flüssige sich in einem Spannungsfeld von Ordnung und Chaos bewegt.

#### Problemstellung:

Wie soll der Mensch sich im Umgang mit Flüssigem - oder allgemeiner: mit Natur in dem Spannungsfeld von Ordnung und Chaos einerseits und Bestimmen / Bestimmtwerden verhalten?

## 2.2

## Sechs Tätigkeitsfelder und erste Beispiele für mögliche Aktivitäten

I

INTUITIVE SYSTEME:  
**Gestalten**

II

KÜNSTLERISCHE SYSTEME:  
**Formen**

III

NATURWISSENSCHAFTLICHE SYSTEME:  
**Strukturen**

IV

FORMAL-ABSTRAKTE SYSTEME:  
**Texturen**

V

TECHNOLOGISCHE SYSTEME:  
**Artefakte**

VI

ÖKOLOGISCHE SYSTEME:  
**Konkrete Utopien**

## I

## INTUITIVE SYSTEME: *Gestalten*



*Die Magie des Wassers erfahren, es mit allen Sinnen begreifen*



Im sinnlich-konkreten Kontakt mit dem Wasser erfährt der Mensch den Wechsel von Ordnung und Chaos, von Beeinflussung und Beeinflußtwerden im Wechselspiel mit dem Phänomen.

In diesem Tätigkeitsfeld wird Wasser in der Natur beobachtet, es wird mit ihm gespielt, intuitive Erfahrungen werden gewonnen und bildhaft bei der Gestaltung von Brunnen und Phantasielandschaften zum Ausdruck gebracht.



Beim Spielen kann man sich ganz dem Wasser hingeben, das Wechselspiel von Ordnung und Chaos erfahren und sich von ihm beeinflussen lassen.



Man kann aber auch das Wasser bestimmen, es lenken und leiten. Erfahren wird dabei ein Wechselspiel von Beeinflussung und beeinflusst werden.



## II

## KÜNSTLERISCHE SYSTEME: *Formen*

*Trennung von Inhalt und Form,  
Verbindung von Formen mit  
neuen Inhalten*



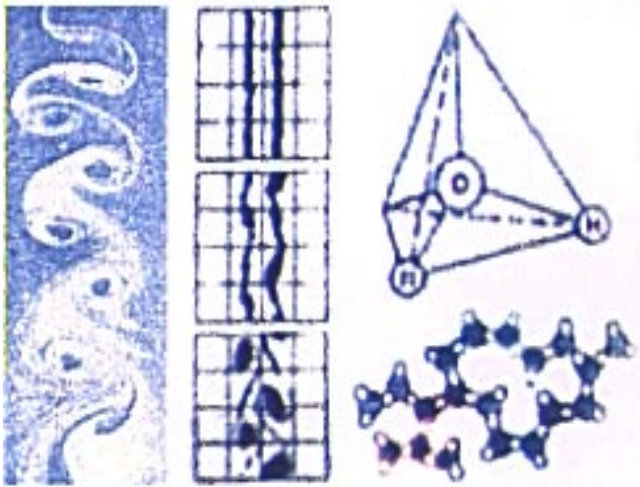
Trennt man die Form vom Inhalt, dann kann sie in ihren Eigenheiten studieren, aber auch über den Weg von Analogien mit neuen Inhalten verbinden.

In diesem Tätigkeitsfeld werden Formen des Wassers verselbständigt, es werden ihre Konturen verfolgt und Entwicklungen von der geraden Linie bis hin zum chaotischen Liniengewirr nachgegangen. Die Analyse von Kunstwerken wird zeigen, daß Formen des Wassers genutzt werden, um Sichtweisen von Welt in einer ästhetischen Weise zum Ausdruck zu bringen.



Die Spirale, eine Grundform des Wassers, kann aus der geraden Linie entwickelt werden.

Im mittelalterlichen Kunstwerk dient die Form des strömenden Wassers als Mittel, um zu unterstreichen, daß Gott die Welt als dynamisches Zusammenspiel der Elemente erschaffen hat.



## III

## NATURWISSENSCHAFTLICHE SYSTEME: *Strukturen*

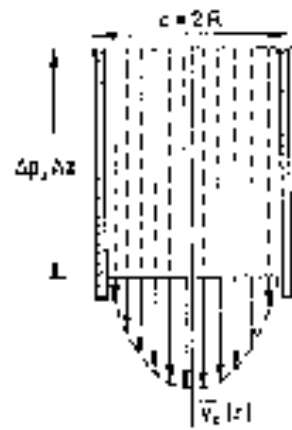
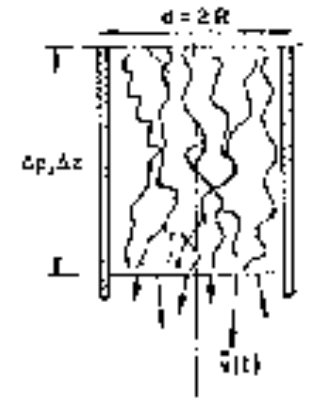
*Einführung der Teilchenvorstellung, um Elemente und ihre Beziehungen zu erforschen*

Eingeführt wird jetzt die Teilchenvorstellung: Wasser wird gesehen als aufgebaut aus Elementen. Gesucht wird nach gegebenen und möglichen Beziehungen zwischen grundlegenden Bausteinen, die in Strukturen dargestellt werden, bei denen die Teilchen als Punktelemente und die Beziehungen als Linien erscheinen.

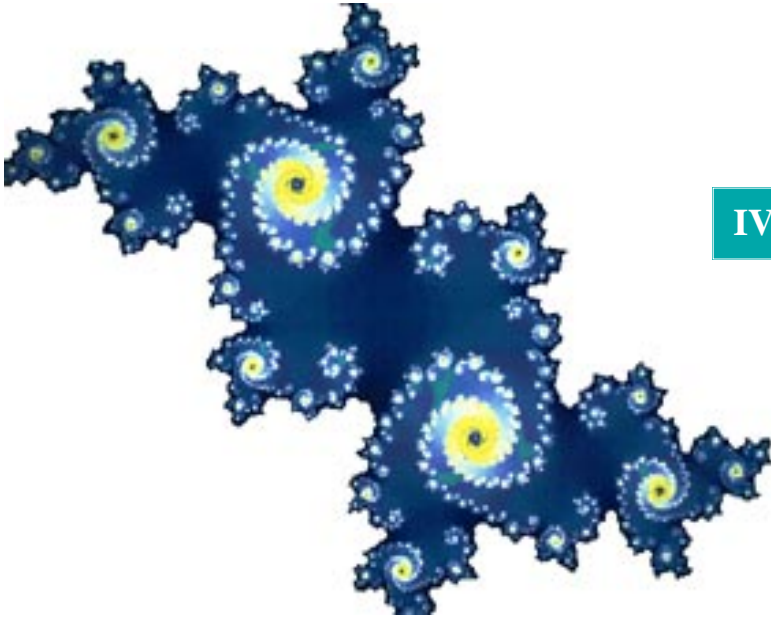
Das Bild von Teilchen läßt sich von sichtbaren Teilchen bis hin zu „Volumenelementen“ nutzen, die nur noch gedankliche Konstruktionen sind. Die sinnlich-konkrete Inhaltlichkeit des Wassers geht damit verloren, gewonnen aber wird mit diesen formalen Abstraktionen der Vorstoß zu Möglichem.



Das Strömungsbild

laminar:  $Re \ll Re_{krit}$ turbulent:  $Re \gg Re_{krit}$ 

Die Entstehung von Bewegungsformen des Wassers kann man erforschen, wenn Teilchen (Samensporen, Graphitteilchen, gerebelte Trockenkräuter o.ä.) ins Wasser gestreut werden. Stellt sich ihnen nichts in den Weg, so bleiben sie zusammen als Nachbarn in ihren Bahnen. Eine Störung aber veranlaßt sie, eigene Wege zu gehen. Es kommt dann zu mehr oder weniger chaotischen Verwirbelungen und Turbulenzen.



## IV

## FORMAL - ABSTRAKTE SYSTEME:

### *Texturen*

*Freie Kombination von Elementen  
durch Befreiung von der  
Repräsentation bestimmter  
Inhaltlichkeit*

Flüssigkeitsteilchen werden in den Bildern der Naturwissenschaftler durch Punktelemente repräsentiert. Befreit man die Elemente von dieser Funktion und läßt sie sich nur noch sich selbst bedeuten, dann sind auch die Beziehungen zwischen ihnen nicht mehr festgelegt durch eine bestimmte Inhaltlichkeit. Beliebig kann man sie jetzt verteilen, neu organisieren und bisher unbekannte Muster entdecken und erfinden. Texturen treten so an die Stelle von Strukturen.

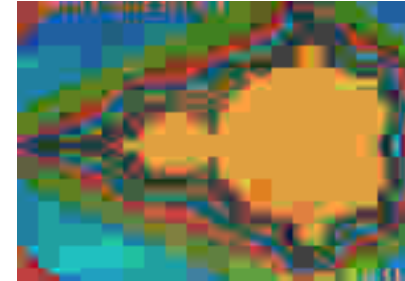
Mit der Iterationsgleichung  $x^2 + c = y$  generierte Zahlenfolgen

### Abstrakte Mathematik in Computergrafiken anschaulich machen

Polynomiteration f(x)=x <sup>2</sup> +c		Polynomiteration f(x)=x <sup>2</sup> +c		Polynomiteration f(x)=x <sup>2</sup> +c	
startwert x0=0.5 , Konstante c=0		startwert x0=0.5 , Konstante c=-1		startwert x0=0.5 , Konstante c=-2	
1	5.000000000E-01	1	5.000000000E-01	1	5.000000000E-01
2	2.500000000E-01	2	-7.350000000E-01	2	-1.750000000E+00
3	6.250000000E-02	3	-4.375000000E-01	3	1.625000000E+00
4	3.906250000E-03	4	-8.0259375000E-01	4	-8.7109375000E-01
5	1.524818750E-03	5	-3.6617614746E-01	5	-3.2411956787E+00
6	2.3283064365E-10	6	-8.8016207493E-01	6	-4.5943328715E-01
7	5.4210108674E-20	7	-2.2531672184E-01	7	-1.7889210547E+00
8	2.9387358771E-39	8	-9.492327611E-01	8	1.2002135398E+00
9	0.000000000E+00	9	-9.8956187518E-02	9	-5.5942744757E-01
10	0.000000000E+00	10	-9.902076795E-01	10	-1.6870409309E+00
11	0.000000000E+00	11	-1.9488764427E-02	11	8.4610710256E-01
12	0.000000000E+00	12	-9.9962018806E-01	12	-1.2841027710E+00
13	0.000000000E+00	13	-7.5947961888E-04	13	-3.5103007351E-01
14	0.000000000E+00	14	-9.9999942319E-01	14	-1.8767427320E+00
15	0.000000000E+00	15	-1.1236176318E-06	15	3.3221636497E+00
16	0.000000000E+00	16	-1.000000000E+00	16	3.1498192861E+01
17	0.000000000E+00	17	0.000000000E+00	17	-1.8995226471E+00
18	0.000000000E+00	18	0.000000000E+00	18	1.6081362869E+00
19	0.000000000E+00	19	0.000000000E+00	19	3.8626313347E-01
20	0.000000000E+00	20	-1.000000000E+00	20	-1.6846253383E+00
21		21	-1.000000000E+00	21	7.4331491079E-01
22		22	0.000000000E+00	22	-1.4474829441E+00
23		23	-1.000000000E+00	23	9.5206873582E-02
24		24	0.000000000E+00	24	-1.9099356512E+00
25		25	-1.000000000E+00	25	1.9538247673E+00
26		26	0.000000000E+00	26	1.8256077167E+00
27		27	-1.000000000E+00	27	1.4489922138E+00
28		28	0.000000000E+00	28	9.3788464819E-02
29		29	-1.000000000E+00	29	-1.9912040936E+00
30		30	0.000000000E+00	30	1.9643937624E+00
31		31	-1.000000000E+00	31	1.8608074977E+00
32		32	0.000000000E+00	32	1.6026065433E+00
33		33	-1.000000000E+00	33	1.3921205071E-01
34		34	0.000000000E+00	34	-1.9606200049E+00
35		35	-1.000000000E+00	35	1.9222855004E+00
36		36	0.000000000E+00	36	1.6973736737E+00
37		37	-1.000000000E+00	37	8.8107733814E-01
38		38	0.000000000E+00	38	-1.2237026361E+00
39		39	-1.000000000E+00	39	-9.025115537E-01
40		40	0.000000000E+00	40	-1.74746116297E+00
41		41	-1.000000000E+00	41	1.0535522490E+00
42		42	0.000000000E+00	42	-8.9002769851E-01
43		43	-1.000000000E+00	43	-1.2073507971E+00
44		44	0.000000000E+00	44	-5.4109852453E-01
45		45	-1.000000000E+00	45	-1.7072165311E+00
46		46	0.000000000E+00	46	9.1458152363E-01
47		47	-1.000000000E+00	47	-1.1635406368E+00
48		48	0.000000000E+00	48	-6.4617318688E-01
49		49	-1.000000000E+00	49	-1.3824602126E+00
50		50	0.000000000E+00	50	5.0614032433E-01



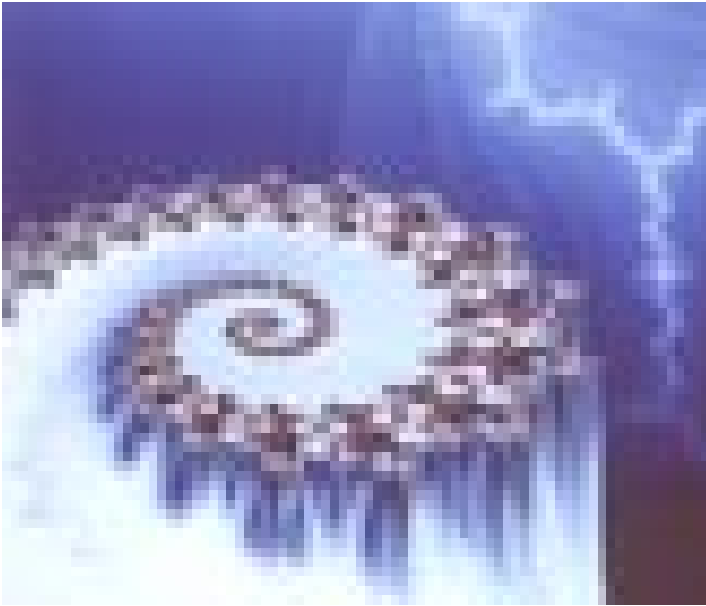
Das Feigenbaum-Diagramm: Prozeßdarstellung des Weges ins Chaos



Die Mandelbrotmenge: Zustandsdarstellung einer Punktmenge im Spannungsfeld von Ordnung und Chaos

Abstrakte Punktfolgen lassen sich mit dem Computer generieren auf der Grundlage von Iterationsgleichungen (d.h. sich immer wieder mit ihren eigenen Ergebnissen fütternde Gleichungen). Dabei kommt es auch bei dicht zusammenliegenden Startwerten (etwa: 0,5; 1,0; 1,5) plötzlich zu Überraschungen: Im ersten Fall streben die jeweiligen Resultate rasch einem bestimmten, sich dann nicht mehr verändernden Wert zu, im zweiten Fall beginnen sie nach kurzer Zeit zwischen verschiedenen Werten zu „oszillieren“, im dritten Fall schließlich finden sie nie zu einer Stabilität, sondern zeigen ein chaotisches Verhalten.

Im FEIGENBAUM-Diagramm ist eine Entwicklung von Zahlenwerten auf dem Weg von einer linearen Ordnung über zunehmende Verzweigungen ins Chaos festgehalten. Das MANDELBRÖT-Diagramm zeigt demgegenüber einen bestimmten Zustand, den die Zahlenwerte angenommen haben: Innerhalb der Figur des „Apfelmännchens“ sind die Zahlenwerte repräsentiert, die im Bereich der Ordnung liegen. Die Punkte außerhalb dieser Figur repräsentieren Zahlenwerte, die mehr und mehr ins Chaotische abgedriftet sind.



V

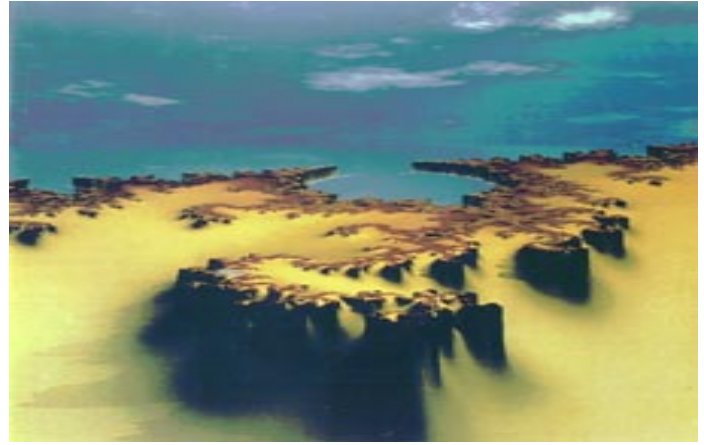
## TECHNOLOGISCHE SYSTEME: Artefakte

*Generierung von virtuellen Realitäten  
(künstlichen Welten) mit technischen  
Mitteln*



Abstrakte Punktmengen bedeuten erst einmal nur sich selbst. Sie können aber Assoziationen hervorrufen wie: „Das sieht ja aus wie Verwirbelungen im Wasser!“. In technische Bilder werden so *Ein*-bildungen vorgenommen, sie werden zu einem Material, mit dem sich künstliche Welten erfinden lassen.

Der andere Weg besteht darin, Bilder aus der Wirklichkeit durch Digitalisierung in abstrakte Punktmengen zu verwandeln. Durch diese *Ent*-deutung werden sie ebenfalls zu einem neutralen Material, das sich mehr oder weniger beliebig mit Mal- und Animationsprogrammen manipulieren und für den Entwurf virtueller Realitäten nutzen lässt.



Eine in einem Wasserbecken erzeugte Gestalt des Wassers kann über eine Videokamera in den Computer eingelesen und dort digitalisiert werden. Das Ergebnis ist aber nicht mehr ein traditionelles Bild, in dem gegebene Wirklichkeit abgebildet wird, sondern eine abstrakte Punktmenge, die sich mit Mal- und Animationsprogrammen beliebig manipulieren lässt. Material steht jetzt zur Verfügung für den Entwurf fiktiver (Wasser-) Welten.



Eine abstrakte Punktmenge, die erst einmal nur sich selbst bedeutet, kann für den Entwurf künstlicher Welten genutzt werden, indem man in sie Bedeutungen einbildet. Die Mandelbrotmenge (das „Apfelmännchen“) kann etwa gesehen werden als ein See. Durch Einbettung in eine künstliche Umgebung entsteht ein Phantasieprodukt, von den Erfindern H.O. PEITGEN und P.H. RICHTER „Lake Mandelbrot“ genannt.

## VI

## ÖKOLOGISCHE SYSTEME:

### *Konkrete Utopien*

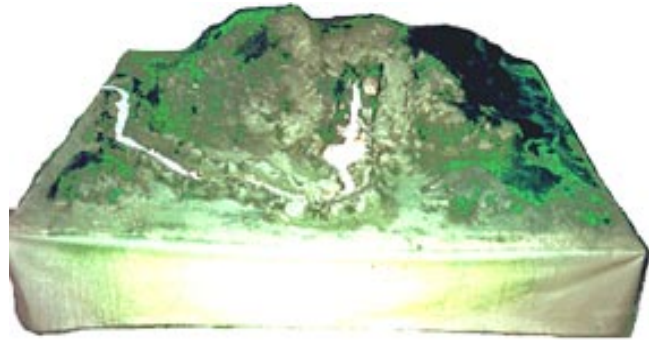
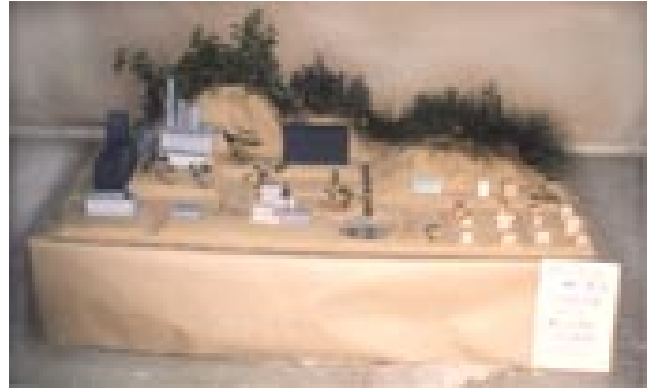
*Vermittlung von Wirklichkeit und  
Möglichkeit im Entwurf möglicher  
Zukünfte*



Welche Beziehungen sollen zwischen Mensch und Natur bestehen? Der Weg durch die Tätigkeitsfelder hat gezeigt, daß der Mensch sich mehr und mehr dem Formal-Abstrakten zuwendet, um nicht nur gegebene Wirklichkeit zu entdecken, sondern mögliche Welten zu erfinden. Gegensatz und Einheit von Erhaltung und Gestaltung werden damit zum grundlegenden Problem:

Wie lassen beide Seiten sich so miteinander vermitteln, daß eine Partnerschaft von Mensch und Natur möglich wird?

Im Entwurf konkreter Utopien kann dieses Problem aufgenommen werden. Bilder vom Wasser können dabei als grundlegende Mittel genutzt werden. Das Wissen über diese Bilder ermöglicht Bewußtheit und kann Grundlage für demokratische Dialoge sein, in denen nach Möglichkeiten einer Naturallianz gesucht wird.



▲
 ▶  
 Mit einem Kopf voller Bilder können jetzt mögliche Zukünfte entworfen werden. Sinnlich-konkretes, Historisches und Mögliches bis hin zum Phantastischen kann dabei ins Spiel gebracht werden. Varianten einer Landschaft können den Blick auf Möglichkeiten freigeben: die historische Landschaft, die industrialisierte Landschaft, die Phantasielandschaft, vielleicht aber auch die mit dem Computer entworfene virtuelle Realität.

## 2.3

Vorstellung eines didaktischen Programms -  
Weitere Ausdifferenzierung der sechs Tätigkeitsfelder



## I Erstes Tätigkeitsfeld:

Intuitive Systembildungen  
durch Begreifen von Gestalten  
des Wassers

### **Einführung in das Tätigkeitsfeld**

Beim Spielen mit Wasser an einem Brunnen oder in einer Spiellandschaft kann die Komplexität des Wassers mit allen Sinnen erfahren werden: zu hören ist das Rauschen des Wassers, sein Geschmack kann getestet werden, seine Temperatur gefühlt, die Veränderungen seiner Form beobachtet und beeinflusst werden.



In der Natur spielen sich die Wasserbewegungen in einem größeren Rahmen ab. Eine Exkursion zu einem Bach oder Fluß bereichert die Erfahrungen, die man vorher an mehr miniaturartigen Orten gesammelt hat



Erfahrungen mit dem Wasser lassen sich einsetzen, wenn man sich nicht nur dem Phänomen hingeben, sondern es auch gestalten und beeinflussen will. Dieses von Studenten entworfene Modell eines Brunnens ist sehr organisch angelegt und erinnert an Skeletteile von Wirbeltieren.



Im Tanz kann man sich selbst in das Wasser hineinversetzen, seine flüssigen Bewegungen nachempfinden und zum Ausdruck bringen.



Für Menschen war das Wasser zu allen Zeiten und an allen Orten ein Phänomen voll von Magie. Kult(ur)stätten können aufgesucht, Gedichte, Sagen und Legenden gesammelt werden, um Spuren früherer Beziehungen des Menschen zum „Wasser des Lebens“, das man für sich gewinnen wollte, nachzugehen.

## Überleitung in das nächste Tätigkeitsfeld

Gibt man das „Wasser des Lebens“ in zu einer Schale zusammengefügte Hände, kommt immer ein Zeitpunkt, wo man zu verlieren droht. Aber der nächste kann es mit seinen Händen auffangen, dann wiederum der nächste usw. Ein System entsteht in Form eines „Handbrunnens“, in dem jeder einzelne ein Teil ist. Verrückt einer seine Hände, muß das ganze System reagieren, um diese Störung wieder auszugleichen.

Grundlegende Erfahrungen mit Systembildungen werden hier gemacht: Es gibt Teile und zugleich ein System als Ganzes, der Mensch ist Teil dieses Systems, eine kleine Störung wirkt sich auf das ganze System aus und kann dort große Auswirkungen haben.

Intuitiv werden so Systembildungen vollzogen, sowohl materiell unter Einsatz des eigenen Körpers wie ideell in der mehr oder weniger bewußten Reflexion und Bewußtmachung des Geschehens.



Ein Handbrunnen entsteht, wenn das Wasser von einer Hand in die andere übergeht und vom letzten wieder an seinen Ausgangspunkt gebracht wird, um den Prozeß von Neuem in Gang zu setzen.

## II

## Zweites Tätigkeitsfeld:

Künstlerische Systembildungen  
durch Ent- und Be-deutung von  
Formen

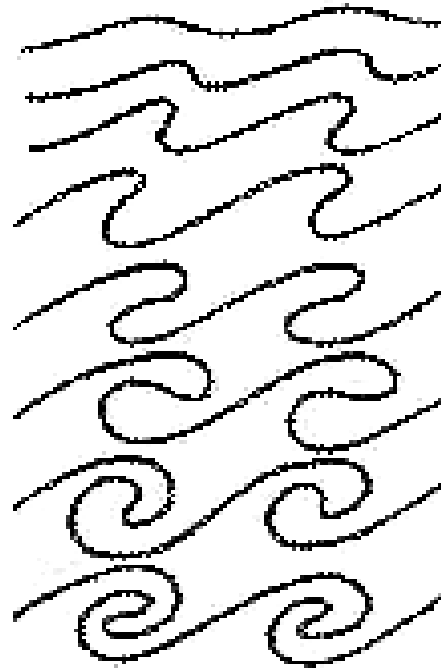


### Einführung in das Tätigkeitsfeld

Auf die Oberfläche des Wassers wird Ölfarbe geträufelt, ein Stab in einer geraden Linie durch das Wasser geführt und so eine Wirbelstraße erzeugt. Legt man ein Blatt Papier auf die Wasseroberfläche, drückt es leicht an und hebt es dann wieder ab, ist die Form des Wassers in einem Bild gebannt.

Erst die Manipulation des Wassers mit der Ölfarbe ermöglicht es, flüchtige Wassergestalten zu fixieren. Beim Abheben des Papiers wird außerdem eine Trennung der Form vom Wasser als dem Inhalt vollzogen.

Um Erkenntnis zu gewinnen, muß der Mensch also sich erst sein Objekt schaffen. In einem zweiten Schritt kann er es dann erforschen und das Wissen gewinnen, das er mehr oder weniger bewußt in die Objektkonstitution vorher hineinsteckt hat.



Systematisch kann im Formenzeichnen der Weg von der geraden Linie zur sich einrollenden Spirale bewußt erfahren werden.



Legt man Transparentpapier über die gebannte Wasserform, dann kann man den Konturen nachfahren und dem Verlauf der Linien folgen. Deutlich wird ein Spannungsfeld zwischen geraden Linien und spiralartigen Gebilden.



In mittelalterlichen Bildern wird die Form des ruhigen Wassers als Mittel genutzt, um eine bestimmte Sichtweise von der Welt zum Ausdruck zu bringen: Alles ist in einer harmonischen, von Gott geschaffenen Ordnung.



Der brasilianische Maler Vagner Dotto (†) nutzt die Wirbelstraße, um seine Sicht von der Komplexität der modernen Welt zum Ausdruck zu bringen: Nicht mehr eine flächige, statische Form wird gewählt, sondern ein verschlungenes räumliches Gebilde voller Dynamik.



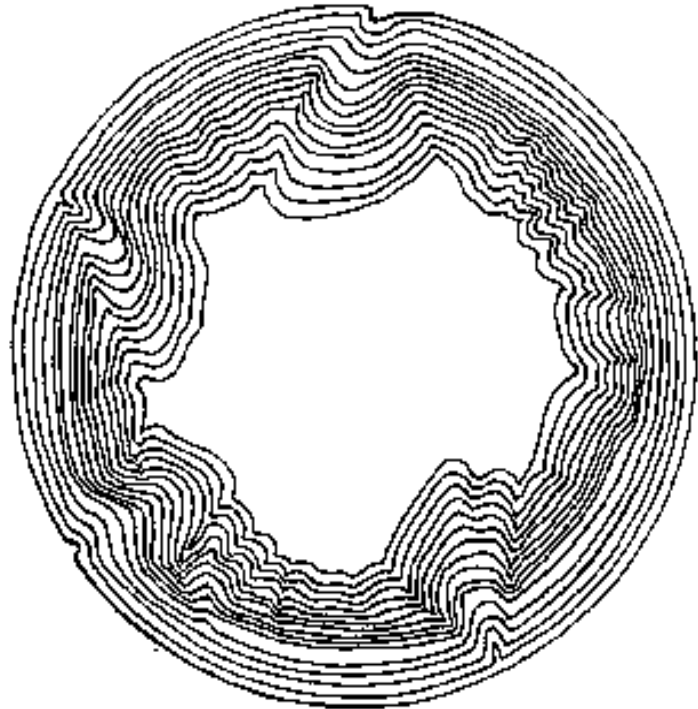
## Überleitung in das nächste Tätigkeitsfeld

### Produktion eines Liniengeflechts in einer Gruppe

Jedes Gruppenmitglied hat einen Farbstift in der Hand und zeichnet, seinem Vorgänger unmittelbar folgend, dessen Linie in einem parallelen Abstand nach, die beim Rundgang um einen Tisch entsteht. Schon eine kleine Störung in der Linienführung wird vom nächsten Gruppenmitglied aufgenommen und pflanzt sich in dem ganzen Gebilde fort. Es entsteht ein komplexes System, das an die Bahnen von Flüssigkeitsteilchen erinnert.

Auch hier werden wieder grundlegende Erfahrungen mit Systembildungen gemacht. Der Einzelne ist wiederum Teil eines Ganzen, er leistet seinen Beitrag zur Entstehung des komplexen Gebildes. Auch hier können kleine Störungen in Form von minimalen Abweichungen von der geraden Linienführung wiederum große Auswirkungen haben.

Das Phänomen Wasser ist jetzt aber in den Hintergrund getreten, vielleicht sogar schon ganz vergessen. Die Zeichnenden sind engagiert, Formales zu produzieren, das erst einmal für sich dasteht und sich selbst genügt



### III Drittes Tätigkeitsfeld:

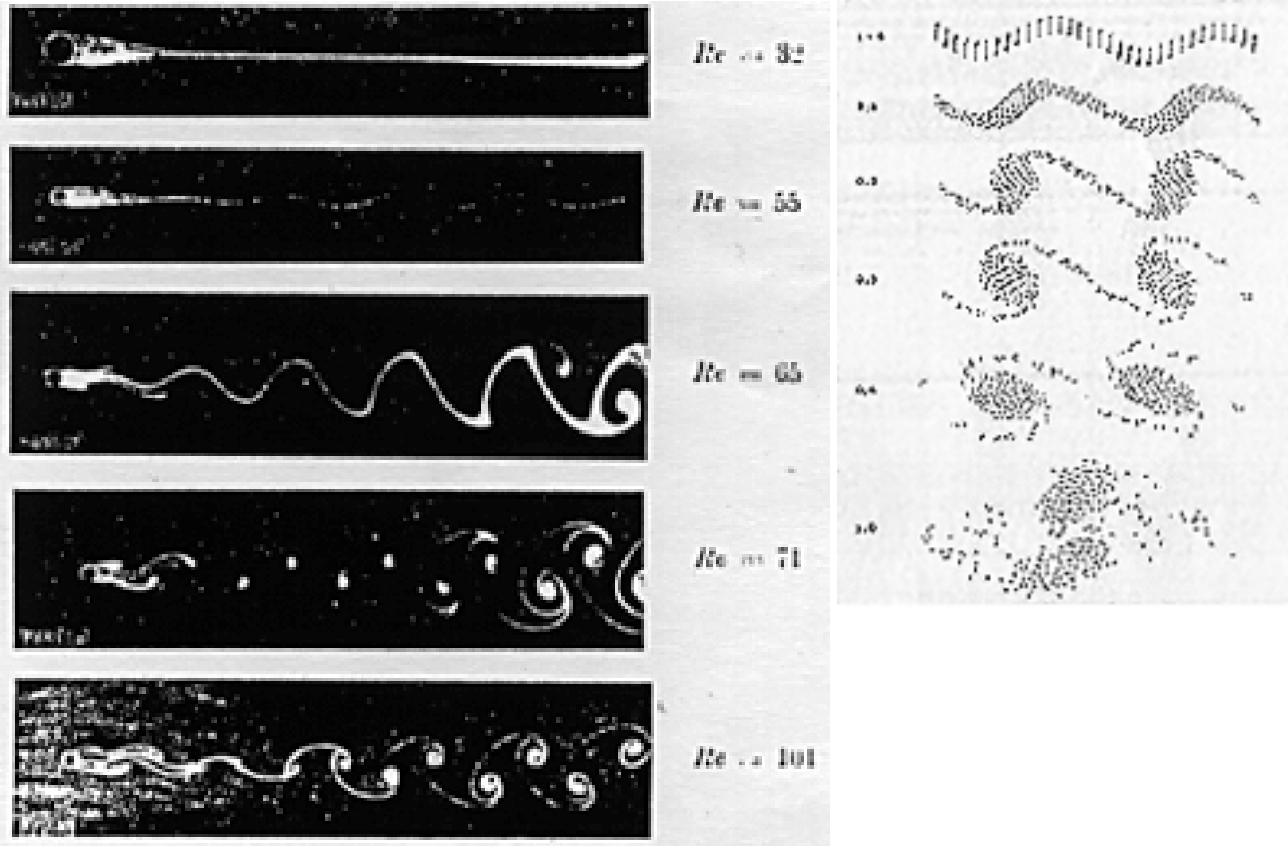
Naturwissenschaftliche System-  
bildungen auf der Grundlage von  
Teilchenvorstellungen



#### Einführung in das Tätigkeitsfeld

Wie entstehen Formen des Wassers? Zur Erforschung dieser Frage streut man kleine Partikel (Samensporen, von einem Bleistift abgeschabte Graphitteilchen, Trockengewürze o.ä.) ins Wasser. Erzeugt man jetzt wieder durch Hindurchziehen eines Hindernisses Verwirbelungen, dann sieht man, wie erst die Teilchen noch benachbart bleiben, später aber ihren eigenen Weg gehen und zur Entstehung von Wirbelformen beitragen.

Auch hier ermöglicht erst wieder die Manipulation des Wassers als Forschungsobjekt den Übergang zu neuen Erkenntnissen. Das Objekt wird also „theorie-“geleitet konstruiert, etwa auf der Grundlage oder in Verbindung mit den Erfahrungen beim Zeichnen von Liniengeflechten in der Gruppe: Ist man dort noch selbst Teil des Systems, so geht man jetzt auf Distanz zu ihm und betrachtet es von außen. Immer noch aber bringt man als tätiges Subjekt in Wechselwirkung mit dem Wasser die Gestalten und Formen hervor.

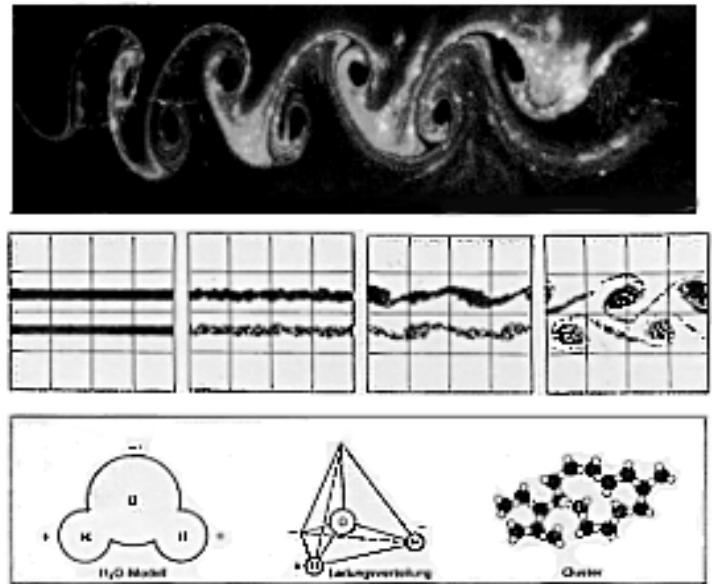


Experimentiert man mit Teilchen, dann wird erkennbar, daß ihr Verhalten von drei Dingen abhängt: von der Form des Hindernisses, von der Fließgeschwindigkeit und von der Viskosität („Zähigkeit“) der Flüssigkeit. Mit der REYNOLDS-Zahl können die Beziehungen zwischen diesen Parametern auch mathematisch zum Ausdruck gebracht werden: Je niedriger die REYNOLDS-Zahl, desto mehr Ordnung, je höher, desto mehr Chaotisches. Die ideale, KAR-MANSche Wirbelstraße aber liegt genau auf der Grenze von Ordnung und Chaos.



In naturwissenschaftlichen Bildern werden die Teilchen durch Punkte repräsentiert. Stellt man die Ergebnisse von Experimentierreihen systematisch zusammen, dann sieht man, daß die Formen auf dem Weg von der Ordnung ins Chaos immer mehr auseinanderfallen.

Historisch war das Forschungsinteresse vornehmlich auf die „ordentlichen“, laminaren Strömungen gerichtet: Die waren beherrschbar, mathematisch und praktisch. Erst die Chaosforschung entwickelt heute neue Mittel zur Untersuchung zumindest von Wegen von der Ordnung ins Chaos.



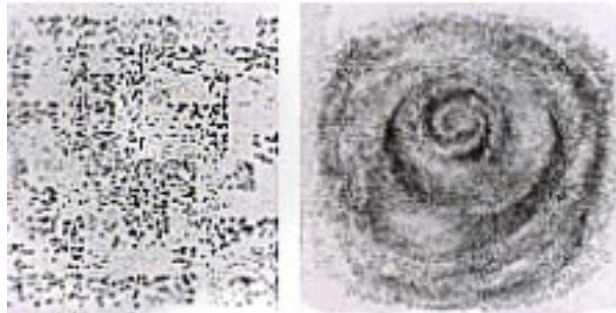
Von der Wasserwanne aus, in der das Teilchenverhalten auf der makroskopischen Ebene erforschbar ist, kann man unter Einsatz des Mikroskops immer tiefer in die Welt der Teilchen eindringen bis hin zu nur noch gedachten „Volumenelementen“. Indem man gegebene und mögliche Beziehungen zwischen den Elementen untersucht, gelangt man zu Wissen, das in Strukturdiagrammen darstellbar ist: Punkte repräsentieren hier die Elemente und verbindende Linien die Relationen.



## Überleitung in das nächste Tätigkeitsfeld

In den naturwissenschaftlichen Bildern und Strukturdarstellungen repräsentieren Punktelemente Flüssigkeitsteilchen, sind also an eine bestimmte, in der Natur vorgegebene Stofflichkeit gebunden.

Befreit man Punktelemente von dieser inhaltlichen Bindung, dann werden damit auch die Beziehungen zwischen ihnen beliebig herstellbar. Man kann jetzt mit diesen abstrakten Elementen, die nur noch sich selbst bedeuten, vielfältige Muster erstellen, indem man mit ihren Verteilungen experimentiert. Ein neues Mittel ist dabei der Computer, bei dem man bei Benutzung eines Malprogramms schon durch einfache Mausklicks Punkte auf dem Bildschirm erscheinen lassen kann.



## IV

## Viertes Tätigkeitsfeld:

Formal-abstrakte Systembildungen  
durch Erforschung  
computergenerierter Punktmengen

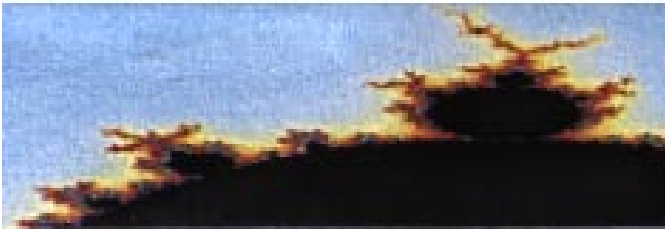
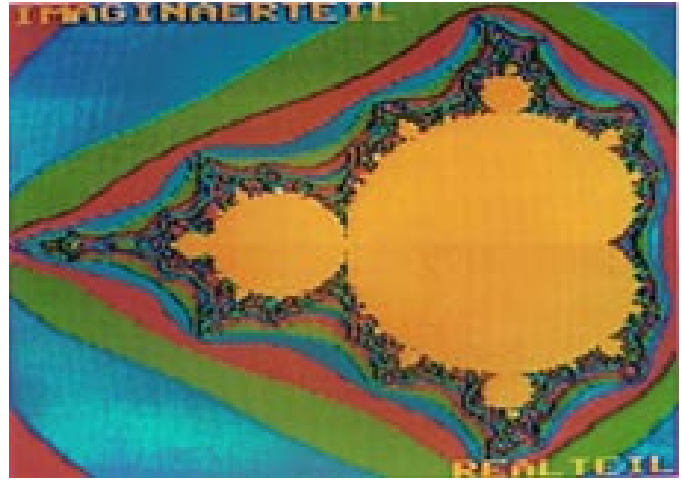
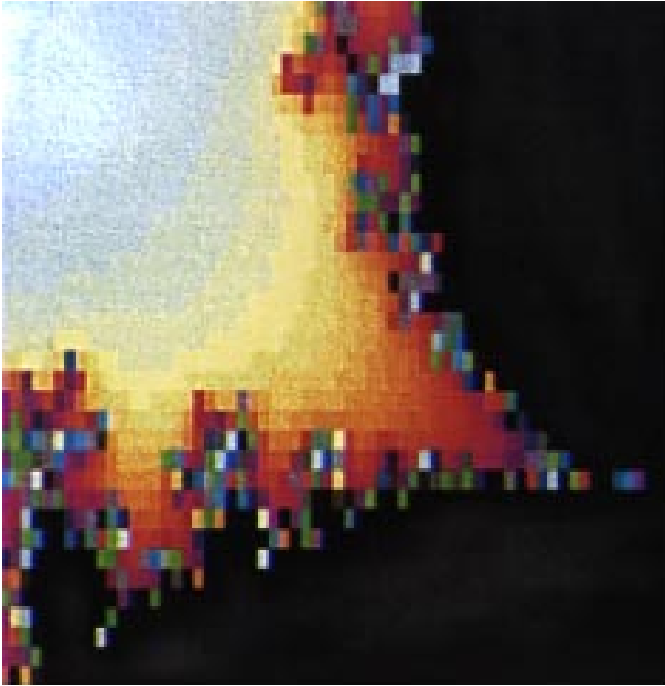


### Einführung in das Tätigkeitsfeld

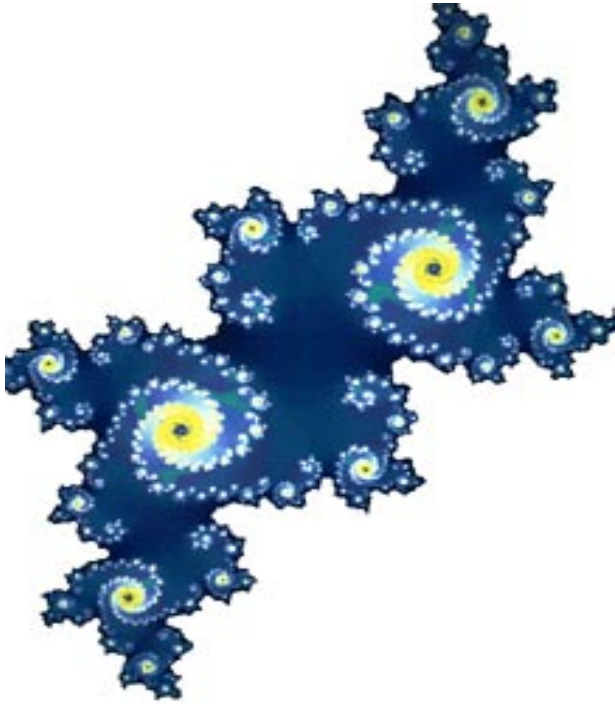
Die Experimentelle Mathematik, ein Zweig der modernen Chaosforschung, stellt heute Mittel bereit, mit denen der Computer auf der Punktmengen generiert, auf die man selbst nur noch einen geringen Einfluß nehmen kann. Es sind Gebilde von einer eigenwilligen Schönheit, denen man deshalb die Fähigkeit zur *Selbstorganisation* zugeschrieben hat.

Viele dieser Bilder sehen zwar aus wie Verwirbelungen im Wasser, sind aber nur abstrakte Punktmengen, die ausschließlich sich selbst bedeuten und keine Flüssigkeitsteilchen mehr repräsentieren.

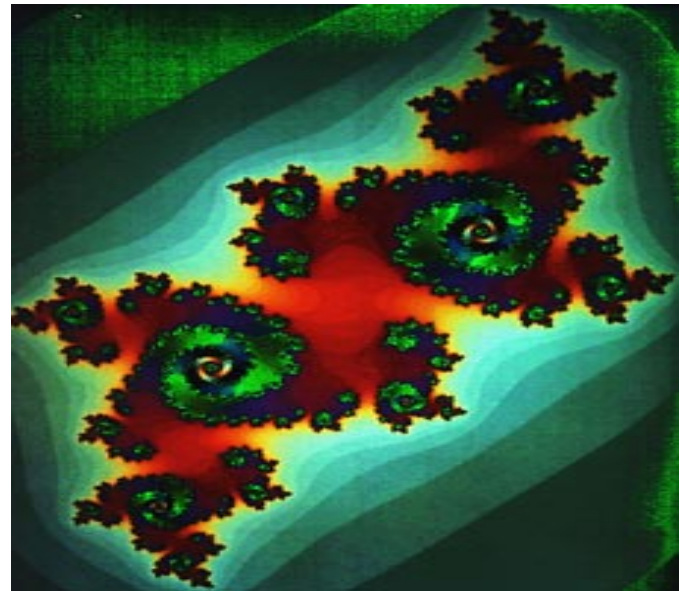
Damit ist das Wasser jetzt gänzlich verschwunden. Übriggeblieben sind nur noch abstrakte Elemente, die eine eigene Welt für sich bilden.



Einerseits wird man von diesen computergenerierten, sich selbst organisierenden Bildern bestimmt. Es sind aber immer noch zugleich auch menschliche Konstruktionen, etwa durch die Festlegung der Startwerte oder durch die Bestimmung von Ausschnitten, durch die man immer tiefer in die Punktmengen eindringen und immer neue, überraschende Bilder gewinnen kann.



Die Erforschung solcher abstrakter, computergenerierter Punktmenge hat als ein Ergebnis, daß die Gebilde aus *selbstähnlichen* Formen von unterschiedlicher Größe zusammengesetzt sind wie etwa Spiralen, die schon bei Wasserbewegungen als grundlegend erkannt werden konnten.



In Computeranimationen (animare = beseelen, Leben einhauchen) lassen sich statische Punktmenge auch in Bewegung versetzen. Es entstehen virtuelle Realitäten (Scheinwelten), in denen immaterielle Gebilde “unmögliche“ Räume durchziehen.

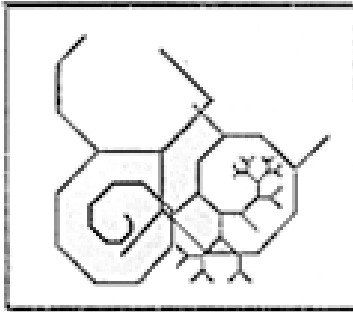


Abb. 10: Vorüberwiegend kreisförmige Struktur mit großer Verzweigung

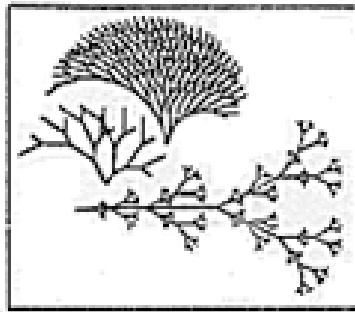


Abb. 11: Verzweigungsstruktur mit einem Fächer-Strukturteil

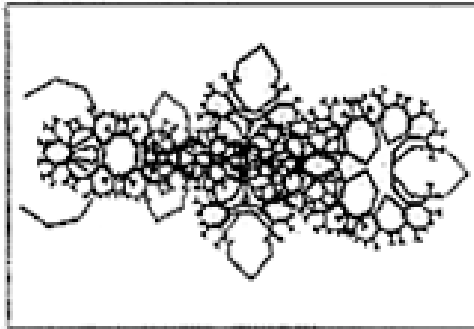


Abb. 12: Struktur eines Baums mit mehr Ästen

Muster für Abb. 12	
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44
45	45
46	46
47	47
48	48
49	49
50	50

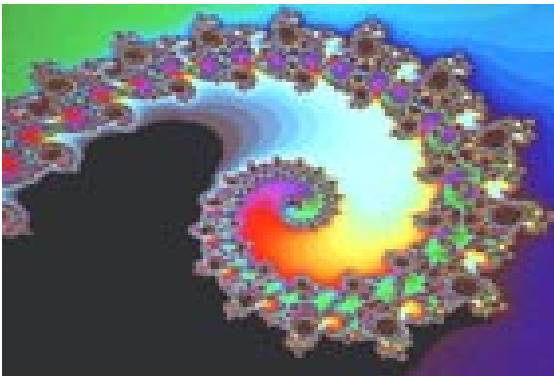
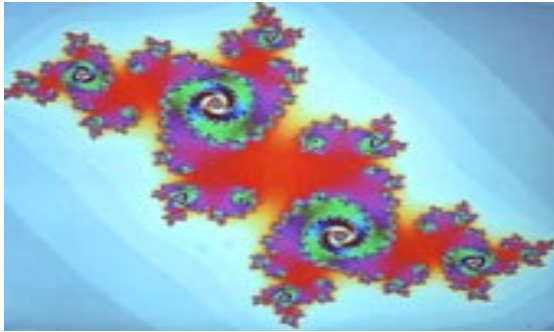


## Überleitung in das nächste Tätigkeitsfeld

Anstelle von Iterationsgleichungen können auch geometrische Generatoren als Ausgangspunkte für sich selbst organisierende Systembildungen mit dem Computer genutzt werden. So kann man aus der Form eines Y komplexe Gebilde hervorgehen, die an organisches Wachstum erinnern. Durch geringfügige Änderungen von Parameterwerten können plötzlich solche Systeme in Figuren umschlagen, die Assoziationen an Insekten hervorrufen. Man kann sich fragen, ob etwa auch die Natur auf diese Weise ihre Gestalten, Formen und Strukturen hervorgebracht hat.

## V Fünftes Tätigkeitsfeld:

Technologische Systembildungen:  
Artefakte



### Einführung in das Tätigkeitsfeld

Abstrakte Punktmengen bedeuten und repräsentieren erst einmal nichts außer sich selbst.

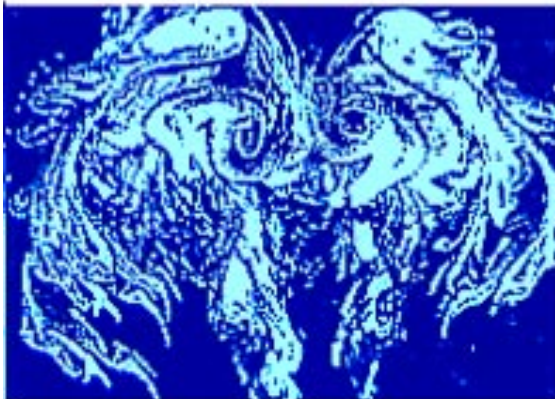
Es sind „technische Bilder“ (Vilem FLUSSER), die im Gegensatz zu traditionellen Bildern keine Abbildungen gegebener Wirklichkeit mehr sind. Will der Mensch sie für sich nutzen, dann muß er Einbildungen in die abstrakten Punktmengen vornehmen, sie bedeutsam machen. Das ist möglich über Assoziationen und Analogien, indem man etwa sagt: „Diese abstrakte Punktmenge sieht aus wie Verwirbelungen in Flüssigkeiten“. Man kann dann systematisch nach Ausschnitten in den Punktmengen suchen, die Gestalten, Formen und Strukturen von Flüssigkeitsbewegungen ähneln.



*Ein-*bildungen, die man in abstrakte Punktmengen vornimmt, führen zu künstlichen Welten, die auch *virtuelle Realitäten* genannt werden. Es sind nämlich keine inhaltlich-konkreten Wasserwelten oder Abbildungen von diesen, die auf dem Bildschirm erscheinen, sondern nur Scheinwelten. Die Realitätsnähe dieser fiktiven Welten läßt sich steigern, wenn der Mensch die sich selbst organisierten Systeme etwa mit Hilfe eines Malprogramms noch mehr an gegebene Wirklichkeit annähert. Aus der skurrilen Figur eines „Apfelmännchens“ kann dann eine Landschaft entstehen, in der die MANDELBROT-Menge ein integriertes Element ist und als See erscheint.



Abstrakte Punktmengen lassen sich aber auch noch auf einem anderen Weg gewinnen: Wasserbilder können über eine Videokamera in den Computer eingelesen und dort digitalisiert werden. Die auf dem Bildschirm erscheinenden Bilder sind dann keine traditionellen (Ab-) Bilder mehr, sondern technische Bilder, aus Punktschwärmen zusammengesetzt. Sie lassen sich deshalb auch mit Computerprogrammen beliebig manipulieren. Durch Verfärben, Stauchen, Dehnen, Spiegeln usw. lassen sich jetzt ebenfalls künstliche Wasserwelten entwerfen.



Computergenerierte Wasserwelt in dem Science fiction Film ABYSS



Computerbilder können durch Animationsprogramme zum „Leben“ erweckt werden. Die hier gezeigten Bilder sind Ausschnitte aus einer Computeranimation „Metamorphosen einer Wirbelstraße“, die von der „Arbeitsstelle für Computergrafik in der Ästhetischen Erziehung“ der Hochschule der Bildenden Künste in Braunschweig entwickelt wurde.

Wie in dem Science fiction - Film ABYSS sind hier utopische Wasserwelten erfunden worden.

## Überleitung in das nächste Tätigkeitsfeld

Indem man *Ein*-Bildungen in abstrakte Punktmen- gen vornimmt und sie damit bedeutsam macht, wird eine Welt abstrakter Möglichkeiten mit gegebener Wirklichkeit in Beziehung gebracht. Ein erster Schritt ist getan wieder hin zur Realität, von der man sich in den vorhergehenden Tätigkeitsfeldern Schritt für Schritt entfernt hat.

Entstehen kann jetzt die Frage: Wie läßt sich der Gegensatz von Wirklichkeit und Möglichkeit produktiv vermitteln? Ernst BLOCH hat dafür die Entwicklung "konkreter Utopien" vorgeschlagen. Auf der Grundlage einer historischen Aufarbeitung von Utopien in Kunst, Wissenschaft, Technik und Gesellschaftstheorie entwickelt er seine Idee der "Naturallianz", verstanden als Partnerschaft von Mensch und Natur.

Diese Idee läßt sich konkretisieren durch einen Vergleich der Idee des französischen Gartens mit der des englischen Gartens: Während der französische Garten die Natur in eine strenge Ordnung zwingt, versucht der englische Garten die Selbstorganisation der Natur mit den menschlichen Gestaltungsideen in ein produktives Wechselspiel zu bringen.





## VI Sechstes Tätigkeitsfeld:

Entwerfen konkreter Utopien

### Einführung in das Tätigkeitsfeld

Nachdem das Wasser, das Ausgangspunkt der Entwicklung von Bildern war, bis in feine Punkte zerrieben wurde und schließlich hinter den abstrakten Punktmengen gänzlich verschwand, ist mit dem Entwurf fiktiver Flüssigkeitswelten der Rückweg zum Konkreten und Inhaltlichen angetreten. Verstärkt wird diese Richtungsänderung noch, wenn Videoaufnahmen einer Landschaft aus der unmittelbaren Umgebung, in der man lebt, gemacht und zum Ausgangspunkt des Entwurfs von Varianten dieser Landschaft im Computer werden.



▲ In Modellen, Skizzen, Zeichnungen, aber auch in Form modernen Multimediapräsentationen kann die Vergangenheit, Gegenwart und mögliche Zukunft der Umgebung, in der man lebt, aufgearbeitet und vorgestellt werden.





In Ländern mit hochentwickelter Wissenschaft und Technologie sind die meisten Fließgewässer kanalisiert worden, um Überschwemmungen vorzubeugen und die Wasserkraft effektiver nutzen zu können. Untersucht werden kann, welche Folgen diese „Ordnung“ von Wasser hat und ob nicht eine naturnahe Gestaltung („Renaturierung“) eine bessere Lösung darstellt. ▲

Überlegungen zu einer naturnahen Gestaltung von Fließgewässern führen oft in die Geschichte eines Ortes zurück, als das Wasser noch naturbelassen und nicht kanalisiert war. Beschäftigt man sich mit den Argumenten, die in der Vergangenheit zur Veränderung von Flußläufen geführt haben, werden die Vor- und Nachteile deutlicher und verhindern voreilige einseitige Entscheidungen. ▲



Diskussionen über "konkrete Utopien“, in denen mögliche Zukünfte einer Landschaft vorgestellt werden, sind möglich mit den unmittelbar Betroffenen und den anderen Mitbürgern in einer bestimmten Gemeinde.



Diskussionen über mögliche Zukünfte einer Landschaft können aber auch in einem überregionalen oder sogar internationalen Rahmen geführt werden, wenn dazu Computernetzwerke wie das INTERNET oder ökologische Netzwerke wie GREEN einbezogen werden. Näher kommen kann man mit der Nutzung dieser modernen Kommunikationsmitteln der Forderung: "Global denken, lokal handeln!"

**2.4****Die sechs Tätigkeitsfelder in einer zusammenfassenden Übersicht**

## gestalt



Gestalten:  
Ursprüngliche Ganzheiten

Einheit von Inhalt und Form

## Mögliche Aktivitäten:

Exkursion zu einem Fließgewässer / Begreifen von Wasser in einer Spiel-landschaft oder an einem Brunnen / Wasserbewegungen malen und zeichnen, Wassergeräusche aufnehmen, Wasser schmecken, Wasser fühlen / Wasserspiele und Tischbrunnen bauen / Kulturstätten aufsuchen / Wassersymbole aus verschiedenen Kulturen sammeln / Über Wasser meditieren / Kulturelle Bräuche (re-) interpretieren / Sich eine Landschaft rituell erschließen / Wasser im Tanz darstellen

## form



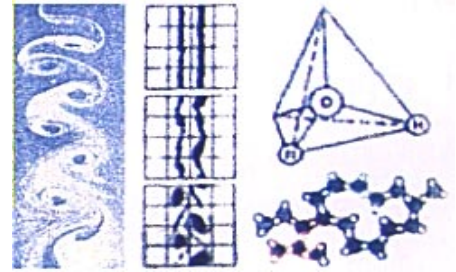
Formen:  
Konturen von Gestalten

Trennung von Inhalt und Form

## Mögliche Aktivitäten:

Herstellung von marmoriertem Papier / Herausarbeiten von Konturen auf Transparentpapier / Zeichnen von Wasserformen / Studieren von Formentwicklungen (etwa: gerade Linie - Spirale) / Analyse des Gebrauchs von Wasserformen in Kunstwerken / Analogiebildungen: Entwickeln von Landschaften, Gesichtern, Tiergestalten usw. aus Wasserformen / Liniengeflechte zeichnen in Gruppenarbeit / Nach Spiralformen in verschiedenen Bereichen suchen: Architektur, Biologie, Kulturgeschichte

## struktur



Strukturen:  
Elemente und deren Beziehungen

Zerlegung in grundlegende Elemente

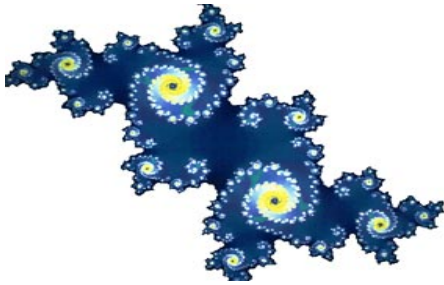
## Mögliche Aktivitäten:

Erforschung des Verhaltens von Teilchen auf der Makroebene / Experimentieren mit der REYNOLDS - Zahl: Beziehungen zwischen Hindernisformen, Fließgeschwindigkeit und Viskosität / Erforschen des Verhaltens von Teilchen auf der mikrostrukturellen Ebene unter Einsatz des Mikroskops / Chemische Wasseruntersuchungen / Historische Entwicklungen in der Strömungswissenschaft rekonstruieren / Anwendungen von Erkenntnissen der Strömungsforschungen Bereich der Technik

**Phänomenologie / Strukturalismus: Entdeckungen**

**Traditionelle Bilder: Abbildungen von Wirklichkeit**

## textur



Texturen:  
Frei kombinierbare Elemente

abstrakte Punktmengen

## Mögliche Aktivitäten:

Mit Iterationsgleichungen Zahlenreihen generieren / Punktmengen mit dem Computer generieren und durch Veränderung von Parameterwerten variieren / Mit geometrischen Generatoren komplexe Systeme entstehen lassen (KochKurve, Drachenkurve, fraktale Pflanzen, Tiere Landschaften / Selbstähnlichkeit untersuchen

## artefakt



Artefakte:  
Ent- und bedeutende Punktmengen

virtuelle Realitäten

## Mögliche Aktivitäten:

Auswahl von flüssigkeitsähnlichen Punktmengen / Ausgestaltung von Punktmengen zu fiktiven Flüssigkeitswelten / Digitalisierung von Flüssigkeitsbildern / Verfremdung digitalisierter Punktmengen mit Malprogrammen / Entwurf von Utopien mit digitalisierten und generierten Punktmengen

## konkrete utopie



Konkrete Utopien:  
Wirkliches / Mögliches

mögliche Zukünfte

## Mögliche Aktivitäten:

Rekonstruktion von Landschaften mit Fließgewässern / Ökologische Untersuchungen / Entwicklung von Modellen, Plänen, Multimediapräsentationen u.ä / Diskussion der Entwürfe mit Betroffenen und Mitbürgern / Diskussionen im Internet und/oder ökologischen Netzwerken wie GREEN

**Serialismus / Systemtheorie: Erfindungen**

**Technische Bilder: Ein-bildungen von Bedeutungen**



Hergestellt in **S**taudenmayers **P**ädagogischer **W**erkstatt, Stand: 23.9.1998

