



GEHIRN&GEIST / MORITZ VARNHAYNER

**LEBEN STATT LEIDEN**  
Psychische Störungen quälen viele Menschen. Die Theorie der Synergetik hilft zu erklären, unter welchen Bedingungen sich krankhafte Verhaltensmuster auflösen.

SPEZIAL | THERAPIEFORSCHUNG

# Musterhafter Wandel

Die menschliche Psyche mit abstrakter Mathematik beschreiben? Klingt verwegen. Doch mit den Werkzeugen der Synergetik können Therapeuten den Erfolg verschiedener Behandlungsmethoden wissenschaftlich fundiert deuten – und sogar steuern.

VON GÜNTER SCHIEPEK UND VINZENZ SCHÖNFELDER

Christoph P.\* leidet seit Jahren unter panischer Angst vor Schmutz und gefährlichen Keimen – so sehr, dass er seinen Ekel manchmal nicht mehr kontrollieren kann. Dann rennt der Mittdreißiger alle zehn Minuten ins Bad, um seine Hände zu »dekontaminieren«. Obwohl er weiß, dass seine Waschroutine keineswegs normal sind, kann er nicht damit aufhören.

Klarer Fall von »Zwangsstörung«, diagnostiziert der Psychologe. Hauptkennzeichen: Christoph P.s Verhalten hat jene Flexibilität verloren, die gesunde Menschen üblicherweise zeigen. Ähnliches beobachten Therapeuten auch bei anderen psychischen Problemen. Patienten sind in ihren Denk- und Handlungsmustern gefangen. Alle Gespräche und therapeutischen Maßnahmen ändern daran oft lange Zeit wenig; dann wieder genügt ein scheinbar nebensächliches Ereignis, und plötzlich macht der Patient rasante Fortschritte.

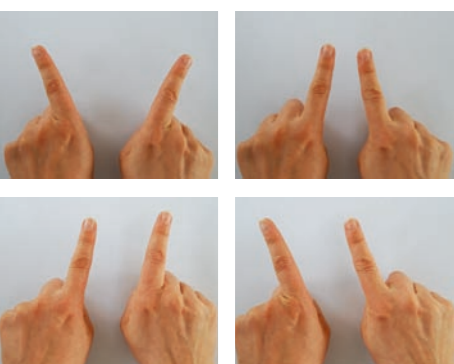
Jetzt versuchen Forscher, diese schwer kalkulierbare Dynamik in allgemeine Begriffe zu fassen und dadurch besser zu verstehen. Sie bedienen sich hierzu der Ideen der Synergetik (siehe Glossar S. 55) und begreifen den Menschen als ein System, das nach mathematischen

Prinzipien funktioniert. Dabei ist es nicht so wichtig, das Konzert der Milliarden Neurone, das psychischen Phänomenen zu Grunde liegt, genau zu verstehen. Der Charme des synergetischen Ansatzes besteht darin, das Verhalten komplexer Systeme selbst dann vorherzusagen, wenn die Details unbekannt sind. Inzwischen bestätigen klinische Beobachtungen und verschiedene Studien: Mit Hilfe der Synergetik können Psychotherapeuten Behandlungsverläufe beschreiben und vielleicht bald sogar zu einem gewissen Grad steuern.

Die »Lehre vom Zusammenwirken« (griechisch »syn« = zusammen, »ergon« = Arbeit) wurde ursprünglich als physikalische Theorie geboren. Der Stuttgarter Physiker Hermann Haken entwickelte sie Ende der 1960er Jahre, um die Funktionsweise des Lasers zu erklären (siehe Interview S. 60). Lange aber schon wissen wir, dass sie sich auf viele andere Systeme, etwa in der Biologie und Soziologie anwenden lässt. Zentral ist dabei das Phänomen der Selbstorganisation: Anhäufungen vieler miteinander wechselwirkender Elemente bilden spontan Muster.

Synergetiker fragen: Wie hängen diese natürlichen Muster von äußeren und inneren Bedingungen ab? Wie und wann gehen physika-

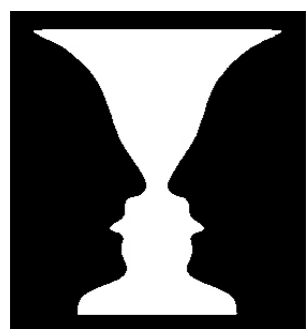
MEHR ZUM THEMA  
**Das Gehirn als Prüfstein**  
>Interview mit Hermann Haken, dem Begründer der Synergetik (S. 60)



GEHIRN&GEIST / VINZENZ SCHÖNFELDER

#### FINGERBALLETT

In einem Experiment des Hirnforschers Scott Kelso sollten gesunde Probanden beide Zeigefinger mal spiegelsymmetrisch (oben), mal parallel (unten) zueinander bewegen. Bei schnelleren Übungen tendierten sie spontan zur spiegelsymmetrischen Variante.



#### EINDEUTIG ZWEIDEUTIG

Pokal oder zwei Menschen im Profil? Alle paar Sekunden »kippt« die Figur in unserer Wahrnehmung zwischen den beiden Interpretationen hin und her.

liche oder biologische Systeme von einem Ordnungszustand zum nächsten über? Haken konnte zeigen, dass die große Zahl der **Freiheitsgrade** ungeordneter Systeme unter bestimmten Bedingungen drastisch abnimmt und Ordnungsmuster dadurch zwangsläufig auftreten. Das Verhalten der einzelnen Systemteile kann dann mathematisch durch eine kleine Zahl von Variablen, den **Ordnern**, beschrieben werden. So lässt sich vorhersagen, welches Muster sich durchsetzt – etwa, ob ein Laser zu strahlen beginnt.

Was hat all dies nun mit der Psyche von Menschen zu tun? Auch sie lässt sich als ein hochkomplexes, sich selbst organisierendes **System** beschreiben. So postulierte der Gestaltpsychologe Wolfgang Metzger (1899–1979) um 1940: »Ordnung kann unter Umständen von selbst – ohne das Eingreifen eines ordnenden Geistes – entstehen.« Flexible Musterbildung und Ordnungsprozesse seien zum Beispiel bei der Gedächtnisbildung, der Bewegungssteuerung und der Wahrnehmung am Werk.

Anfang der 1980er Jahre konnten Forscher diese Vermutung mit mathematischen Modellen aus der Synergetik beweisen. Damals untersuchte der Neurowissenschaftler Scott Kelso an der University of Connecticut die motorische Koordination bei Menschen. Er bat Probanden, ihre ausgestreckten Zeigefinger synchron hin- und herzubewegen – entweder parallel oder spiegelsymmetrisch (siehe Bilder links). Dabei traten Zustandsübergänge genau so auf wie von der Synergetik vorhergesagt: Bei geringem Tempo konnten die Probanden sowohl die gleichgerichtete als auch die entgegengesetzte Fingerbewegung ohne Probleme ausführen.

Doch je schneller die Versuchspersonen die Finger bewegten, desto schwerer fiel ihnen das parallele Muster. Ab einer kritischen Geschwindigkeit begannen alle unwillkürlich mit der spiegelsymmetrischen Bewegung. Knapp unterhalb dieser kritischen Frequenz führten schon kleine Störungen zum Umkippen des Bewegungsmusters. Solche Übergänge konnten mathematisch exakt vorhergesagt werden. Kelsos Ergebnis läutete einen Paradigmenwechsel in der Motorikforschung ein – weg von der Idee eines zentralen Programms, das das Verhalten steuert, hin zum Konzept der **Selbstorganisation**.

Natürlich gibt es gravierende Unterschiede zwischen neuronalen und physikalischen Systemen: Die Wechselwirkung zwischen den Neuronen im Gehirn ist nicht starr, sondern variiert laufend. Außerdem kann in neuronalen

Netzen ein weites Spektrum stabiler Ordnungszustände entstehen, in physikalischen Systemen dagegen nur eine kleine Zahl diskreter Lösungen: Das Gehirn erzeugt flexible Verhaltens- und Wahrnehmungsmuster, ein Laser dagegen nur Licht einer festen Wellenlänge.

Schließlich sind die synergetischen **Kontrollparameter** beim Menschen schwer zu bestimmen. Teils zeigen sie sich nicht in äußeren Bedingungen, sondern verbergen sich im Inneren der Person. Deshalb verändert sich menschliches Verhalten in der Regel auch ohne äußere Einflüsse ständig, während Übergänge in physikalischen Systemen oft nur nach gezielten Eingriffen stattfinden.

Dass menschliches Verhalten wie bei Kelsos Fingerübungen dennoch so exakt den Vorhersagen der Synergetik entsprach, überraschte selbst Hermann Haken. Inzwischen haben Psychologen seine Theorie erfolgreich auf andere Bereiche angewandt – beispielsweise auf das Sehen von Kippbildern: ambivalenten Darstellungen, die das Gehirn abwechselnd auf zwei Arten interpretiert (siehe Grafik links unten). Unabhängig davon, welche Prozesse dabei auf der Ebene der Neuronen ablaufen – ihr Zusammenspiel erzeugt geordnete Zustände. Und ganz so wie in physikalischen Systemen sind auch hier nur wenige Muster stabil. Mit der Synergetik lässt sich mathematisch im Detail modellieren, wie häufig die Kippvorgänge auftreten und wie lange sie dauern.

#### Mathematische Modelle in der Psychotherapie

Erst in jüngerer Zeit beginnen Forscher, die Synergetik auf höhere kognitive Funktionen sowie psychische Störungen anzuwenden. Seit einigen Jahren prüft eine Forschergruppe um Günter Schiepek an den Universitäten Bamberg und Klagenfurt nun ihren Nutzen in der Psychotherapie. Der neue Ansatz soll therapeutische Veränderungsprozesse auf wissenschaftlicher Grundlage erklären.

So lässt sich der Fall von Christoph P. aus Sicht der Synergetik wie folgt deuten: Christoph P. befindet sich in einem stabilen, aber krankhaften Ordnungszustand, der neben seinem Zwangsverhalten auch den Umgang mit seiner langjährigen Partnerin bestimmt. Auslöser des Problems war eine ansteckende Hautkrankheit der Frau, in deren Folge er von ihr getragene Kleidungsstücke und berührte Gegenstände mied und diesen Zwang schließlich auf den gesamten Haushalt übertrug. Seine Situa-

tion war schließlich so verzweifelt, dass er sich in stationäre Behandlung begab.

Heilung in der Lesart der Synergetik ist der Übergang von einem krankhaften Ordnungszustand in einen anderen Ordnungszustand mit gesundem, flexiblem Verhalten. Eine dauerhafte Besserung lässt sich dabei nicht durch vorübergehenden äußeren Druck herbeiführen, sondern nur durch einen Wandel im Inneren des Systems. Aufgabe der Psychotherapie ist es, die optimalen Rahmenbedingungen dafür zu schaffen – von der Ebene der Neurobiologie bis zur sozialen Umgebung.

Um eine neue Ordnung zu bilden, müssen selbstorganisierende Systeme zunächst aus dem Gleichgewicht geraten. Die dazu notwendige Energie speist sich in der Therapie meist aus dem inneren Leidensdruck des Patienten und dem Willen zu positiver Veränderung. Auch Christoph P. hatte den starken Wunsch entwickelt, seine Angst abzustreifen. Daher entschied er sich für eine stationäre Behandlung. Voraussetzung für den Therapieerfolg ist, dass er in einer sicheren, angenehmen Umgebung behandelt wird und eine gute Beziehung zum Therapeuten aufbauen kann – stabile Randbedingungen in der Sprache der Synergetik.

Nach vier relativ erfolglosen Behandlungswochen gab eine Paartherapie-Sitzung Christoph P. schließlich den entscheidenden Anstoß: Seine Partnerin floh mitten im Gespräch aus dem Raum, besorgt rannte er ihr nach. Im anschließenden Dialog mit der Therapeutin wurde ihm erstmals bewusst, wie sehr er seiner Partnerin stets alles recht machte – auf Kosten seiner Autonomie. Er erkannte, dass die Probleme in der Beziehung eine wesentliche Ursache seiner Zwangsstörung darstellten, und entschloss sich zur Trennung. Mit dieser Entscheidung nahm die Angst vor Schmutz und Erregern schlagartig ab, positive wie negative Emotionen konnte er allmählich wieder zulassen.

Christoph Ps Zwangsstörung lässt sich mit dem Bild einer Kugel beschreiben, die in einer tiefen Talsohle einer Hügellandschaft festsetzt. Man könnte die Kugel mit viel Aufwand aus ihrer starren Lage bugsieren; damit bestünde jedoch die Gefahr, dass sie früher oder später wieder zurückrollt. Besser ist es, die Landschaft so zu formen, dass die Täler verflachen und die Kugel beweglicher wird – sprich: der Patient flexibel zu agieren vermag.

Es geht also nicht darum, Störungen wie Phobien und Zwänge von außen aufzubrechen, sondern sie durch innere Veränderungen (die

## Glossar: Grundbegriffe der Synergetik

### Nichtlinearitäten

Alle Zusammenhänge, die nicht durch ein einfaches lineares Gesetz – beispielsweise das Ohm'sche Widerstandsgesetz in der Elektrotechnik – dargestellt werden können, also etwa exponentielle oder auch sprunghafte Abhängigkeiten.

### System

Nach außen abgegrenztes Gefüge, dessen Einzelteile aufeinander wirken. Komplexe Systeme bestehen aus vielen Einzelteilen, die über unterschiedliche, teils nichtlineare Wechselwirkungen miteinander gekoppelt sind. Die Synergetik handelt immer von offenen Systemen, die Energie oder Materie mit der Umwelt austauschen.

### Selbstorganisation

Spontane Bildung räumlicher, zeitlicher oder funktionaler Ordnungsmuster in komplexen Systemen, ohne direkte zielgerichtete Eingriffe von außen.

### Freiheitsgrade

Geben an, wie viele Möglichkeiten ein System hat, seinen Zustand zu verändern. Komplexe Systeme besitzen im Allgemeinen sehr viele Freiheitsgrade. Weil sich ein geordnetes System nur eingeschränkt verändern kann, ohne die Ordnung zu zerstören, ist Selbstorganisation immer mit einer Abnahme der Freiheitsgrade verknüpft.

### Kontrollparameter

Beschreiben sowohl die Einwirkung der Umgebung auf das System – etwa die Energiezufuhr bei einem Laser – als auch aus dem Inneren des Systems selbst stammende Einflüsse. Kontrollparameter bestimmen die Randbedingungen der Ordnungsprozesse und steuern damit indirekt die Musterbildung.

### Ordner (auch: Ordnungsparameter)

Maß dafür, wie stark sich eine bestimmte Ordnung durchgesetzt hat. Die Zahl der Ordner ist gleich der Zahl der Freiheitsgrade des Systems.

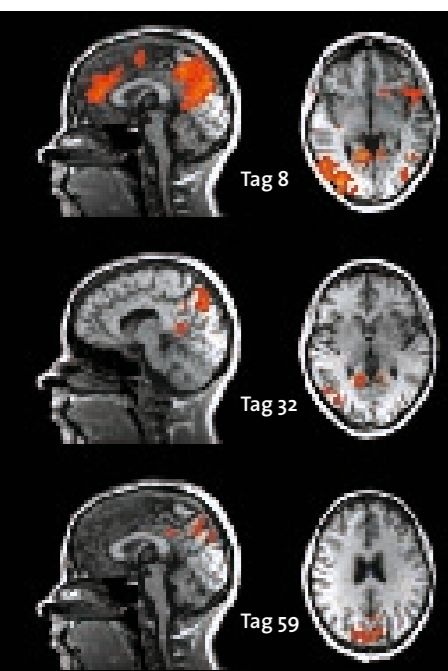
### Instabilität

Zustände eines Systems, bei denen kleine Eingriffe eine große Wirkung entfalten können, etwa die Bildung einer neuen Ordnung. An Instabilitätspunkten ist die Zahl der Freiheitsgrade drastisch reduziert – es treten nur wenige Ordner auf, die das kollektive Verhalten der Systemteile bestimmen (»Versklavungsprinzip«). Dadurch lässt sich das Verhalten selbstorganisierender Systeme mit wenig Aufwand beschreiben, auch wenn die mikroskopischen Details nicht nachvollziehbar sind.

### Fluktuation

Maß dafür, wie stark Messwerte innerhalb eines bestimmten Zeitfensters schwanken. Im Vergleich zu konstanten oder linear ansteigenden Messungen ergeben Zickzackverläufe höhere Werte.





UNIVERSITÄT MÜNCHEN / CENTER FOR COMPLEX SYSTEMS

**SICHTBARER THERAPIEERFOLG**  
Aufnahmen der Hirnaktivität des Patienten Christoph P. mittels funktioneller Magnetresonanztomografie (fMRT) zu Beginn, in der Mitte und am Ende der Behandlung (siehe auch Diagramm S. 58). Die Reaktion beim Betrachten von persönlichen zwangsauslösenden Bildern – verglichen mit allgemein Ekel erregenden Motiven – nahm vor allem in der ersten Therapiehälfte deutlich ab.

## Nächste Schritte

Das Team von Günter Schiepek untersucht Therapien bei depressiven und essgestörten Patienten. Dabei sollen auch physiologische und hormonelle Parameter einbezogen werden. Im Oktober 2007 ist die Gründung eines Instituts für Komplexe Systeme, Gesundheit und Neurowissenschaft in Eggenburg (Niederösterreich) geplant.

Verformung der Landschaft) aufzulösen. Jede Intervention muss deshalb mit den Wünschen und Bedürfnissen des Betroffenen übereinstimmen. Die Synergetik spricht dabei von Resonanz. Um die Motivation des Patienten zu fördern, sollte die Behandlung zudem transparent und plausibel sein – und zeitlich gut abgestimmt: Denn Eingriffe in synergetische Systeme sind nur dann effektiv, wenn diese sich bereits in einem instabilen Zustand befinden.

Fixen Behandlungsplänen erteilt die Synergetik von vornherein eine Absage. Während eines Gesprächs etwa muss sich der Therapeut auch vom Patienten führen lassen. Ganz im Sinne des Resonanzprinzips begannen Christoph P.s Therapeuten erst auf ausdrücklichen Wunsch des Patienten mit Flooding-Sitzungen: der Konfrontation mit zwangsauslösenden Reizbildern wie Kleidungsstücken, die vermeintlich mit Krankheitsregern seiner Partnerin infiziert waren. Das Flooding zeigte bald Wirkung: Auch bei starker Reizung verspürte Christoph P. kaum mehr die übliche Panik.

Selbstorganisierende Ordnungsprozesse finden nicht kontinuierlich statt, sondern sprunghaft. Die entscheidende Verbesserung trat in diesem Fall innerhalb weniger Tage auf – nachdem der Patient Jahre unter der Zwangsstörung gelitten hatte. Diesen Erfolg bestätigten auch Messungen mit funktioneller Bildgebung (siehe Abbildung oben): Kurz nach seiner Ankunft in der Klinik lösten die persönlichen Reizbilder – verglichen mit anderen allgemein Ekel erregenden oder neutralen Darstellungen wie verschimmeltem Brot oder einem blank geputzten Bücherregal – eine starke und weit verteilte Hirnaktivität aus. Eine weitere Messung kurz nach der Trennung von der Partnerin zeigte eine deutlich geringere Hirnreaktion. Die entscheidende innere Wandlung hatte zu diesem Zeitpunkt schon stattgefunden, denn bei einem dritten Scan kurz vor seiner Entlassung waren im Vergleich zum vorherigen nur noch minimale Veränderungen zu erkennen.

Solche Therapiebeobachtungen mit funktioneller Bildgebung laufen derzeit im Rahmen einer Forschungsk Kooperation zwischen mehreren Kliniken und Forschungseinrichtungen (vergleiche [www.the-human-change-project.eu](http://www.the-human-change-project.eu)).

Im Verlauf einer Psychotherapie ändert sich die Verfassung des Patienten also oft dramatisch. Das lässt sich zu einem gewissen Grad auch in Zahlen fassen: Fragebögen, in denen der Betroffene sein Denken, Fühlen und Han-

deln festhält, sind in der Therapiefor schung seit Langem im Einsatz. Dabei haben verschiedene Studien gezeigt, dass der Patient den Fortschritt und die Beziehung zum Behandler oft besser einschätzt als der Therapeut selbst.

Eine erste quantitative Studie mit synergetischem Ansatz führte die Arbeitsgruppe von Günter Schiepek von 1998 bis 2003 am Universitätsklinikum Aachen durch. Während ihres stationären Aufenthalts wurden 91 Patienten mit verschiedenen psychischen Störungen zu einer täglichen Selbsteinschätzung gebeten. Um ihr körperliches und geistiges Befinden, den Therapiefortschritt sowie ihr Verhältnis zum Therapeuten und den anderen Patienten zu dokumentieren, beantworteten sie jeden Abend etwa 50 kurze Fragen (siehe Kasten rechts). Die Antworten dienten als Messwerte für den psychischen Zustand des Patienten und die aktuelle Therapiesituation.

## Fluktuationen kündigen eine Veränderung an

Generell gilt: **Instabilitäten** selbstorganisierender Prozesse kündigen sich durch starke Schwankungen des Systemzustands an. Also betrachteten die Forscher den Verlauf der Fragebogeneinträge und berechneten die **Fluktuation** – ein Maß dafür, wie stark ein Messwert innerhalb eines festgelegten Zeitfensters variiert. Obwohl die Patienten mit sehr unterschiedlichen Ansätzen behandelt wurden – von der Tiefenpsychologie über Gruppen-, Entspannungs- und Musik- bis zur Familientherapie –, zeigten die Behandlungsverläufe große Ähnlichkeiten im Sinn der Selbstorganisation: Die meiste Zeit blieben die Messwerte stabil. Stärkere Fluktuationen traten nur innerhalb eines Zeitraums von wenigen Tagen auf und betrafen immer mehrere Messparameter gleichzeitig.

Diese Phasen der Instabilität fanden sich in ganz unterschiedlichen Abschnitten der Behandlung – und vor allem in erfolgreichen Therapien. Sie gingen außerdem mit einer Abnahme der Beschwerden einher – je ausgeprägter die Fluktuationen, desto größer der endgültige Therapieerfolg.

Um die Werkzeuge der Synergetik auch in der psychotherapeutischen Praxis einsetzbar zu machen, entwickelte Günter Schiepeks Team ein Real-Time-Monitoring-System zur Erfassung von Therapieverläufen. Es basiert ähnlich wie die Aachener Studie auf der täglichen Selbsteinschätzung der Patienten, die diese am PC oder kleinen Taschencomputern abgeben.

## Behandlungs-Check: Wie geht es mir heute?

Mit dem »Synergetischen Navigationssystem« (SNS, einer unter Leitung von Günter Schiepek entwickelten Software) dokumentieren die Patienten regelmäßig ihr Befinden und die Therapiesituation. Rund 50 Aussagen aus sieben verschiedenen Erlebensbereichen (etwa »Intensität der Problembelastung«, »Beziehungsqualität«) erscheinen in zufälliger Reihenfolge und werden mit einem Wert auf einer Zahlenskala eingeschätzt: So antwortet der Patient etwa mit »0«, wenn die Aussage gar nicht auf seine momentane Lage zutrifft, die größte Zustimmung entspricht einer »6«. Ihren Gefühlszustand (Freude, Trauer, Wut, Angst, Neugierde) beurteilen die Betroffenen dagegen mittels kontinuierlicher Schieberegler, die sich in der Emotionsforschung als besser geeignet erwiesen haben.

Beispiele:

- ▶ Heute habe ich mich meinen Problemen hilflos ausgeliefert gefühlt.  
0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6  
gar nicht sehr stark
- ▶ Heute bin ich der Lösung meiner Probleme nähergekommen.  
0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6  
gar nicht sehr stark
- ▶ Ich fühle mich in der Beziehung zum Therapeuten wohl.  
0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6  
gar nicht sehr stark
- ▶ Ich kann zu den Mitpatienten offen und ehrlich sein.  
0 – 1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6  
gar nicht sehr stark
- ▶ Ich habe heute Ärger/Wut verspürt.  
\_\_\_\_\_ sehr stark
- ▶ Ich hatte heute Beschwerden.  
\_\_\_\_\_ sehr stark

Mit verschiedenen Analysemethoden stellt das Programm die Ergebnisse anschaulich dar und identifiziert charakteristische Schwankungen (Fluktuationen) sowie Zusammenhänge zwischen verschiedenen Messwerten (Korrelationen). Dies erlaubt es dem Therapeuten, auf einen Blick zu erfassen, ob sich der Zustand des Patienten auffällig verändert (siehe Bild rechts).

Momentan wird das SNS unter anderem an der Psychosomatischen Klinik Windach, an der Tagesklinik München-Westend, am Psychosomatischen Zentrum Waldviertel und an der Psychiatrischen Klinik der Medizinuniversität Wien eingesetzt. Die beteiligten Patienten leiden an verschiedenen psychischen Problemen, wie etwa Angst-, Ess- oder Zwangsstörungen, den Folgen von Süchten und Traumata oder an Depressionen.



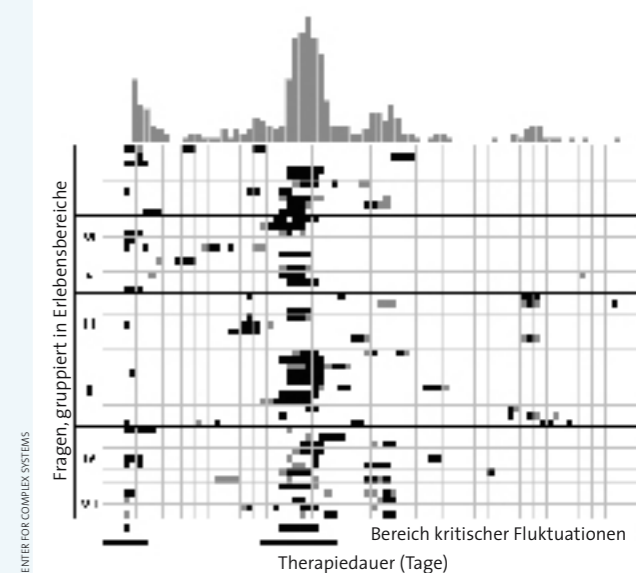
GEHIRN&GEIST / VINZENZ SCHÖNFELDER

### FRAGESTUNDE AM COMPUTER

Ein Patient in der Psychosomatischen Klinik in Eggenburg gibt per Mausclick Auskunft über sein Befinden.

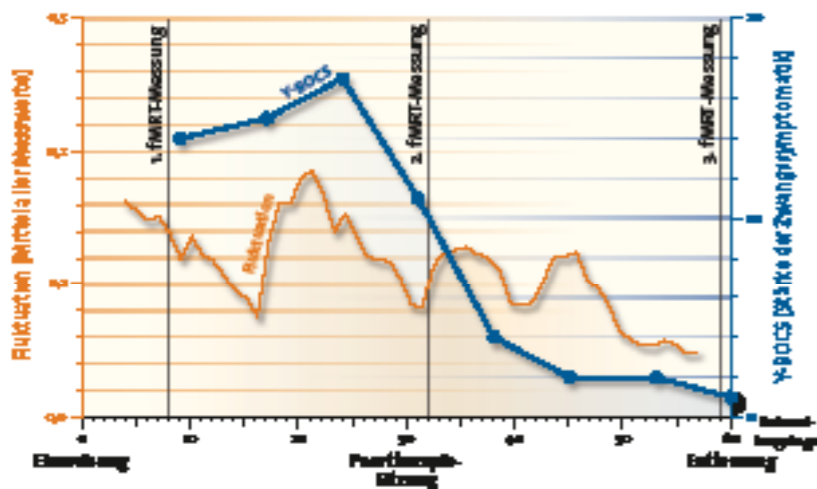
### THERAPIEPROZESS IM BLICK

Hohe Säulen in der Auswertung weisen auf gleichzeitige Instabilitäten in mehreren Erlebensbereichen (I–VII) hin. Jede Zeile entspricht einer Frage, graue und schwarze Kästchen markieren das Übersteigen kritischer Fluktuationen in einem Zeitfenster von sieben Tagen.



CENTER FOR COMPLEX SYSTEMS





Die Technik erlaubt noch während der Therapie einen kontinuierlichen Einblick in den Fortschritt der Behandlung: In welchem Zustand befindet sich der Patient – leidet er, ist er resigniert oder selbstbewusst? Ist seine Psyche stabil oder an einem Punkt der Instabilität? So kann der Therapeut unmittelbar erkennen, wann Eingriffe größere Erfolgschancen haben. Auch der Patient selbst kann auf Grundlage dieser Daten die Therapie aktiv mitgestalten.

Auch der Fall von Christoph P. wurde mit diesem System aufgezeichnet. Der kritische Übergang von Denken, Fühlen und Verhalten nach seiner Trennung kündigte sich durch eine zunehmende Instabilität seines Befindens an – die Messwerte der Selbsteinschätzung schwankten von Tag zu Tag immer stärker. Genau vor dem drastischen Rückgang der Zwangssymptomatik erreichte die Kurve ihren Scheitelpunkt (siehe Grafik oben). Die Synergetik nennt es so: Die kritische Instabilität des Systems kündigte einen sprunghaften Ordnungsübergang an.

Als Christoph P. die Klinik nach zwei Monaten wieder verließ, hatte er seine Zwangsrituale abgelegt und auch das Bedürfnis überwunden, zur Expartnerin zurückzukehren. Seine Psyche hat einen gesunden Ordnungszustand erreicht.

Die Erkenntnisse aus der Synergetik stützen eine Idee des mittelalterlichen Arztes und Philosophen Paracelsus: Eine Behandlung bietet immer nur den Rahmen für die natürlichen Selbstheilungsprozesse. Welche Mittel und Maßnahmen am besten Veränderung bewirken, hängt vom jeweiligen Patienten, der Situation und dem Können des Therapeuten ab.

Entgegen dieser Einsicht streiten sich heute noch viele psychotherapeutische Schulen darüber, welche von ihnen nun die »wirksamste« sei. Schon der Psychologe Saul Rosenzweig, einer der Pioniere der Psychotherapieforschung,

**VORBOTEN DES WANDELS**  
Der Anstieg der Fluktuation (ein Maß für die Schwankungen der Messwerte) kurz vor dem zwanzigsten Behandlungstag kündigt ein Nachlassen der Zwangssymptomatik an. Diese bestimmt der Therapeut mittels der Yale-Brown Obsessive Compulsive Scale (Y-BOCS).

vermutete jedoch, die einzelnen Techniken wie Verhaltenstherapie, tiefenpsychologische Verfahren oder Psychoanalyse hätten selbst gar keinen unmittelbaren Vorteil. Ihre Wirkung gründe vielmehr auf Faktoren, die allen Schulen gemeinsam seien. Dies ist der zentrale Gedanke von Rosenzweigs »common factors theory«.

Im Sinn der Synergetik können prinzipiell alle psychotherapeutischen Methoden helfen, die die Ordnungsbildung in der Psyche beeinflussen. Viele synergetische Prinzipien entsprechen dabei den unspezifischen Wirkfaktoren, die Psychotherapieforscher schon seit den 1960er Jahren diskutierten. Dazu gehört etwa, dass sich verfestigte Lebens- und Verhaltensmuster auflösen und der Patient Zuversicht, Änderungsbereitschaft sowie eine emotional bedeutsame Beziehung zum Therapeuten entwickelt.

So liefert die Anwendung der Synergetik in der Psychologie zwar keinen grundlegend neuen Behandlungsansatz oder gar eine neue Therapieschule. Ihre Stärke liegt vielmehr darin, verschiedene Befunde und Teiltheorien der Psychotherapie zu integrieren. Zudem erleichtert sie die systematische Dokumentation und quantitative Auswertung des Therapieverlaufs und identifiziert die besten Zeitpunkte für gezielte therapeutische Eingriffe. Je besser Forscher das Zusammenwirken verschiedener Kräfte im System Mensch verstehen, desto nachhaltiger können Psychotherapeuten Patienten helfen, von ihren krankhaften Verhaltensmustern loszukommen. ~

*Günter Schiepek ist Leiter der Forschungseinrichtung für Dynamische Systeme am Institut für Psychologie der Universität Klagenfurt und außerplanmäßiger Professor an der Universität Bamberg.*

*Vinzenz Schönfelder hat in Zürich Physik mit Schwerpunkt Neurowissenschaften studiert.*

**LITERATURTIPPS**

Haken, H., Schiepek, G.: Synergetik in der Psychologie: Selbstorganisation verstehen und gestalten. Göttingen: Hogrefe 2006 (1. Aufl.).

Kelso, J.S.: Dynamic Patterns: The Self-Organization of Brain and Behavior. Boston: MIT Press 1997.

**WEBLINKS**

[www.ccsys.de](http://www.ccsys.de)  
Homepage des von Günter Schiepek geleiteten Center for Complex Systems

[www.the-human-change-project.eu](http://www.the-human-change-project.eu)  
Netzwerk der Kliniken und Forschungsinstitutionen, die das Synergetische Navigationssystem nutzen

Weitere Literatur- und Webtipps zum Thema unter [www.gehirn-und-geist.de/artikel/902877](http://www.gehirn-und-geist.de/artikel/902877)

# Spektrum Sachbücher

## Bildungsfutter und Lesespaß in einem!



**Spektakel – ein hochaktuelles Forschungsjournal**



1. Aufl. 2007, 204 S., 36 Abb., geb. mit SU  
€ (D) 29,95 / € (A) 29,95 / sfr. 41,-  
ISBN 978-3-8274-9847-7

**John Hutton  
Wenn Tiere Farben hören**

Wäre das Finken-Lied oder Farnes noch etwas anderes, wenn die Spatzen die Welt durchs Gehör hören könnten? Was ist das Leben, wenn es durch das Gehör zu hören ist? John Hutton gibt die Antworten und zeigt, wie wir unsere Wahrnehmungsfähigkeiten und Sinne mit dem menschlichen Verstand auf andere Weise und zu neuen Werten auf den Grund der Dinge, wie wir sie wahrnehmen, im Gehirn zuordnen können, ist besser als alle anderen.

**Emotionen erkennen und richtig interpretieren**



1. Aufl. 2007, 360 S., geb.  
€ (D) 14,- / € (A) 14,- / sfr. 25,-  
ISBN 978-3-8274-9828-6

**Paul Ekman  
Gefühle lesen**

Der amerikanische Psychologe Paul Ekman erforscht in diesem Buch die Emotionen der Menschen und die Rolle der Emotionen bei der Entscheidungsfindung. Er erklärt, wie Gefühle entstehen und wie sie sich in unserer Welt zeigen. Und er zeigt, wie wir diese Zeichen in unserer Kommunikation richtig interpretieren können. Damit ist das Buch nicht nur ein spannendes Lektüre für die wissenschaftliche Forschung, sondern auch ein Leitfaden für einen bewussten Umgang mit den eigenen Gefühlen und den Emotionen anderer.

**Können Sie Ihren Gehirn trainieren?**



1. Aufl. 2007, 208 S., geb. mit SU  
€ (D) 19,95 / € (A) 29,95 / sfr. 32,50  
ISBN 978-3-8274-9824-6

**Cordula Finn  
Wissen Sie, was Ihr Gehirn denkt?**

Ein neurobiologisches Buch über die oft ungelesenen »Menschen« unseres Gehirns. Cordula Finn führt mit leichter Feder neuere psychologische und neurobiologische Forschung zusammen und zeigt, wie sich unser so häufig schickiges Denken als Welt erschließt und wie bei zahlreichen Gelegenheiten zunichte und in die Luft geht. Selbsterkenntnis, sexuelle Erfahrungen, Wissenschaften, menschliches Optimum, menschliche Entscheidungsmuster und kreative Urvermögen – was soll (und könnte) sich daraus entwickeln?

**Warum unsere Welt nicht mehr zu unserer Natur passt**



1. Aufl. 2007, ca. 400 S., geb. mit SU  
€ (D) 29,95 / € (A) 29,95 / sfr. 49,-  
ISBN 978-3-8274-9824-6

**Peter Gilman / Mark Hamon  
Aus dem Welt gerissen**

Der Mensch ist optimal zu seiner Umwelt angepasst – das ist das Problem mit ihm. In ihm ist eine Welt geschaffen, die nicht mehr zu unserer Welt passt. In diesem hochinteressanten Buch erklären die beiden Autoren, warum diese »Welt« viele Probleme, wie z. B. die exponentielle Ausbreitung von Drogen, Hochzivilisation und Fortschritt, eine Folge dieses Inkompatibilität sind. Ein Thema mit hohen gesellschaftlichen Relevanz – die Welt, die wir leben.

**Wer ist „Ich“? – Wissen Sie es?**



1. Aufl. 2007, 304 S., 100 Abb., geb. mit SU  
€ (D) 24,95 / € (A) 25,70 / sfr. 41,-  
ISBN 978-3-8274-1048-0  
Mit Beiträgen von: Susan Greenfield, Eric Kandel, Manfred Spitzer, Christof Koch u. a.

**Andreas Senbar / Frank Wigger (Hrsg.)  
Rätsel Ich – Gehirn, Gefühl, Bewusstsein**

Wer ist Ich? Wie frei ist unser Wille? Wie sehen wir Rot? Haben auch Affen ein Bewusstsein? Und Amöben? Solche Fragen treiben nicht nur die Forscher an. Fast jeder von uns stellt sie sich irgendwann einmal. Und mit jeder Antwort drängen sich neue Fragen auf. Noch immer ist das Bewusstsein ein neurobiologisches Rätsel, diskutieren Philosophen und Mediziner, Psychologen und Neurologen darüber, was unser »Ich« ist. Rätsel Ich ist ein einzigartiges Buch mit einem einzigartigen Ansatz. Es vereint prominente Autoren der unterschiedlichsten Fachrichtungen, macht zentrale Positionen der Wissenschaft verständlich und eröffnet die wichtigsten Perspektiven auf dieses aktuelle und aufregende Thema. Die Forscher haben Aufregendes zu berichten. Sie schreiben dabei nicht für ihre Fachkollegen. Bewusst und gekonnt wenden sie sich an ein breites Publikum, an Menschen, die über ihr »Ich« nachdenken und sich von der Faszination der modernen Hirnforschung anstecken lassen wollen. Den Beiträgen der Wissenschaftler sind Reportagen, Analysen und Interviews namhafter Autoren von ZEIT und ZEIT WISSEN zur Seite gestellt. Sie sind von Labor zu Labor gereist, haben unzählige Gespräche geführt, manche Debatte moderiert. Sie ordnen die wissenschaftlichen Positionen in das Gesamtbild ein, zeigen gesellschaftliche Zusammenhänge auf, lassen Widersprüche und Dispute sichtbar werden, machen Wissenschaft lebendiger, lebendig und erlabbar.





**HERMANN HAKEN**  
in seinem Stuttgarter Büro.  
Seit fast 50 Jahren nimmt der  
gebürtige Leipziger (\* 1927)  
die spontane Bildung von Mus-  
tern in Natur, Gehirn und  
Gesellschaft unter die Lupe.

SYNERGETIK

# Das Gehirn als Prüfstein

Hermann Haken ist der Begründer der Synergetik. Seit den 1960er Jahren erforscht der theoretische Physiker das Phänomen der Selbstorganisation. Dass sich seine mathematische Theorie sogar zur Beschreibung psychologischer Phänomene eignet, kam auch für den Stuttgarter Forscher überraschend.

*Herr Haken, vor fast 40 Jahren haben Sie die Synergetik begründet. Was gab Ihnen den Anstoß dazu?*

Ich beschäftigte mich damals mit Lasern und sah, dass dort aus Unordnung ganz spontan Ordnung entsteht: Man erhöht einfach die Energiezufuhr, und ab einem bestimmten Grenzwert entsteht schlagartig eine hochgeordnete Lichtwelle – alle Photonen besitzen die gleiche Wellenlänge und bewegen sich in eine Richtung.

*Was ist so besonders daran, dass Ordnung entsteht?*

Der zweite Hauptsatz der Thermodynamik, einer der fundamentalen Leitsätze der Physik, besagt, dass abgeschlossene Systeme den Zustand größter Unordnung anstreben. Darüber sind Physiker und Biologen lange Zeit gestolpert: Wie ist es dann möglich, dass Strukturen wie lebende Organismen entstehen? Die Antwort lau-

tet: Erstens geht es dabei nicht um abgeschlossene, sondern immer um offene Systeme, die ständig Energie empfangen und wieder abgeben. Und zweitens haben wir am Beispiel des Lasers mathematisch gezeigt, dass geordnete Strukturen unter bestimmten Voraussetzungen zwangsläufig auftreten – der Grundstein der Synergetik. Beobachtungen in verschiedenen anderen Bereichen bestätigten dann meine Vermutung, dass es sich dabei um ein allgemeines Naturprinzip handelt.

*Welche Beobachtungen waren das genau?*

Mein Kollege, der Physiker Wolfgang Weidlich, befasste sich zum Beispiel mit der französischen Studentenrevolte von 1968 aus soziologischer Sicht – auch da traten bestimmte Verhaltensphasen mit qualitativen Umschwüngen auf: Nach einer frühen, scheinbar ruhigen Periode und kleineren Kundgebungen erhob sich ganz spontan eine große Welle von Studenten-

BÉNARD-INSTABILITÄT

Erhitzt man eine dünne Flüssigkeitsschicht gleichmäßig von unten, so bilden sich nach und nach hexagonale Muster. In der Mitte der Sechsecke steigt die Strömung auf, an den Rändern sinkt sie ab. Das Experiment lässt sich am heimischen Herd nachahmen – mit Öl in der Bratpfanne.

unruhen, die das ganze Staatssystem zu kippen drohten. Der Biochemiker Manfred Eigen wiederum untersuchte, wie sich Biomoleküle selbst organisieren und so die ersten Schritte der Evolution des Lebens eingeleitet haben könnten. An unserem Institut untersuchten wir intensiv die Dynamik von Flüssigkeiten, etwa die Bildung von Wolkenformationen oder die Bénard-Instabilität beim Erhitzen einer dünnen Flüssigkeitsschicht (siehe Abbildungen rechts). Auch wenn man bestimmte Chemikalien zusammenschüttet und gleichmäßig verrührt, beginnen chemische Reaktionen, die komplizierte Farbmuster wie Spiralen oder Kreise bilden. Die gleichen Mechanismen lassen sich übrigens auch auf gemusterte Tierfelle oder Pflanzen übertragen.

*Weshalb dehnten Sie Ihre Forschung auf das Nervensystem aus?*

Weil mich die Frage umtrieb, ob auch das Gehirn synergetischen Prinzipien genügt. So organisierte ich 1983 eine internationale Tagung auf Schloss Elmau in Bayern, die ich sogar »Synergetik des Gehirns« nannte und auf der namhafte Neurowissenschaftler vortrugen. Als Beispiel für synergetische Effekte nannte ich in meinem Einführungsvortrag unter anderem den Übergang vom Trab zum Galopp eines Pferdes. Später in diesem Jahr besuchte mich Scott Kelso, ein Bewegungsforscher, der auf unsere früheren Arbeiten gestoßen war. Er machte Experimente, in denen die Versuchspersonen die ausgestreckten Zeigefinger hin- und herbewegen sollten. Die relative Lage der Finger während der Übung – parallel oder spiegelsymmetrisch – bezeichnete er als »Phase«. Ab einer bestimmten Geschwindigkeit kam es zu markanten Übergängen. Auch wir befassten uns damals mit »Phasenübergängen« – aber wir meinten damit etwas ganz anderes, etwa den Wechsel vom flüssigen zum festen Aggregatzustand. Dennoch entwickelte sich aus diesem Missverständnis eine fruchtbare Zusammenarbeit.

*Was untersuchen Sie heute?*

Die Aktivität von Neuronen – wie kommt es dazu, dass größere Verbände synchron feuern? Der Mediziner und Physiker Peter Tass am Forschungszentrum Jülich versucht, Neuronen durch direkt ins Gehirn eingepflanzte Elektroden so zu beeinflussen, dass sich diese gleichzeitige, geordnete Aktivität steuern, wahlweise auch aufheben lässt. Ein solcher Hirnschrittmacher kann zum Beispiel die Krankheits-symptome von Parkinsonpatienten sehr wirkungsvoll lindern.

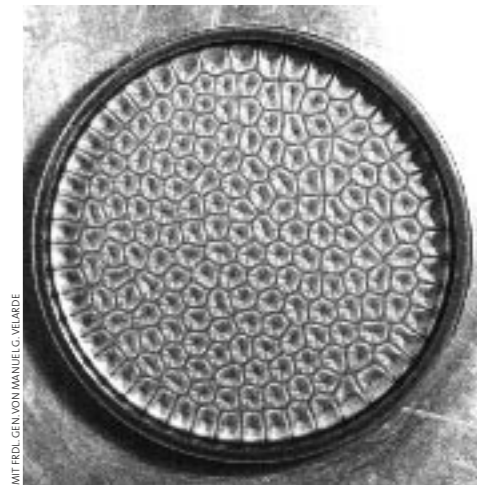
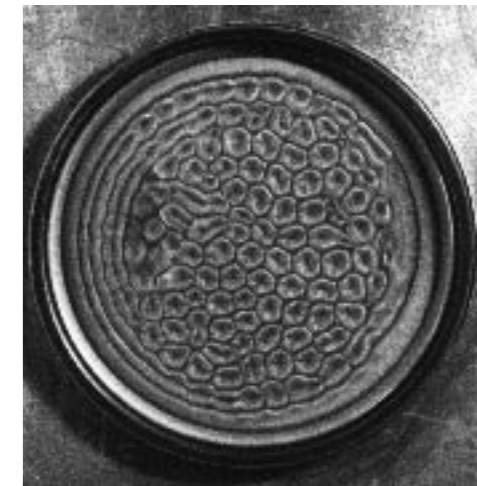
*Lassen sich Erkenntnisse aus der Physik so einfach auf Gehirne und neurologische Störungen übertragen?*

Die Methoden der Synergetik habe ich zwar in der Physik entwickelt, sie beschreiben aber abstrakte logische Zusammenhänge, die auf ganz verschiedenen Gebieten gelten – auch im Gehirn. Obwohl es sich bei den rund 100 Milliarden miteinander vernetzten Nervenzellen in unserem Kopf um ein extrem komplexes System handelt, folgt das Verhalten der Neurone dennoch den Regeln der Logik. Irgendwann wurde mir klar, dass die Synergetik uns auch hier ein ganzes Stück weiterhelfen kann – zum Beispiel um besser zu verstehen, wie Bewegungen gesteuert werden. Ich glaube allerdings nicht, dass wir das Gehirn jemals völlig durchschauen werden.

*Wo sehen Sie grundsätzliche Hürden?*

Schon bei hochkomplexen Computern gibt es Dinge, die man prinzipiell nicht im Voraus berechnen kann. Abgesehen davon wird die subjektive Qualität von Wahrnehmungsinhalten – das, was Philosophen die Qualia nennen – eine Terra incognita bleiben. Wir können da nur Parallelen ziehen: Wenn jemand eine bestimmte Farbe sieht, dann feuern bestimmte Neuronen im Gehirn. Wie es sich anfühlt, eben diese Farbe wahrzunehmen, verrät einem die Forschung nicht.

*Es klappt also ein Lücke zwischen den Hirnprozessen und der subjektiven Wahrnehmung.*



»Wir müssten eine neue Mathematik erfinden. In der Biologie und erst recht in der Psychologie gibt es Dinge, die man nicht ›hart‹ fassen kann, sondern nur mit weichen und fließenden Begriffen«

**Macht es das nicht unmöglich, eine naturwissenschaftlich begründete Psychologie zu formulieren?**

Das sehe ich nicht so. Wir können Vorgänge allein durch Korrelationen, also statistisch erwiesene Zusammenhänge, beschreiben, so wie wir am Stand des Quecksilbers die Temperatur ablesen. In den exakten Naturwissenschaften wie der Physik gehen wir oft genauso vor. Schon Elementarteilchen können wir nur indirekt untersuchen. Wir sagen: »Das Elektron verhält sich so, als ob ...« – aber was seine wahre Natur ist, wissen wir nicht. Ich fürchte, Psychologen knüpfen häufig zu viele Hoffnungen an die naturwissenschaftliche Methode. Natürlich möchten wir gern alles auf einen Faktor oder ein Gesetz zurückführen, aber schon in der Physik und selbst der Mathematik gibt es prinzipielle Erkenntnisgrenzen.

**Ist die strenge mathematische Logik überhaupt zur Erforschung psychologischer Phänomene geeignet?**

Ich habe früher einmal gesagt, wir müssten eine neue Mathematik erfinden. Denn schon in der Biologie und erst recht in der Psychologie gibt es Dinge, die man nicht ›hart‹ fassen kann, sondern nur mit weichen und fließenden Begriffen.

**Doch die Synergetik basiert auf der klassischen Mathematik. Kommen wir damit überhaupt weiter?**

Ich denke schon. Nehmen wir folgende Analogie: Ein Betrunkener kriecht nachts im Schein einer Straßenlaterne vor seiner Haustür herum, weil er seinen verlorenen Schlüssel sucht. Ein Bekannter kommt vorbei und fragt ihn: »Wieso suchst du den Schlüssel ausgerechnet unter der Laterne?« Der Betrunkene antwortet: »Das ist doch der einzige Ort, wo ich etwas sehen kann.« – Auch in der Wissenschaft können wir nur die Mittel verwenden, die uns zur Verfügung stehen. Dabei gehen wir meistens von Gesetzmäßigkeiten aus, die aber immer nur begrenzt gültig sind.

**Wo liegen die Grenzen der Synergetik?**

Wenn wir so komplexe Gegenstände wie das Verhalten von Menschen untersuchen, können wir nur die Strategien der Synergetik anwenden und schauen, ob sie funktionieren. Wenn nicht, fragen wir uns: Gehen wir vielleicht von falschen Voraussetzungen aus, haben wir wichtige Einflussfaktoren übersehen? Beim Menschen kommen da meist sehr viele Dinge zusammen. Das Gehirn bildet eine Art Prüfstein für die Synergetik. Womöglich müssen wir sie weiter ausbauen oder ganz abändern.

**Wenn Sie zurückblicken, staunen Sie dann selbst darüber, in wie vielen praktischen Fragen Ihr Ansatz angewandt wird?**

Dass sich physikalische und chemische Vorgänge damit beschreiben lassen, war naheliegend, weil wir diese Vorgänge durch mathematische Gleichungen beschreiben konnten. Aber niemand hatte damals an die Psychologie gedacht. Dass es bei Kelsos Experiment so gut passte, kam auch für uns sehr überraschend, denn die Bewegungssteuerung ist eine hochkomplizierte Angelegenheit. Andererseits behandelt die Synergetik das große Thema vieler Wissenschaftsgebiete: Wie können wir komplexe Systeme mit vereinfachten Modellen beschreiben, ohne entscheidende Aspekte zu vernachlässigen?

**In der akademischen Welt fristet die Synergetik aber immer noch ein Randdasein. Wieso?**

Sie wird bei uns im Westen tatsächlich eher stiefmütterlich behandelt – vermutlich, weil sie zwischen die traditionellen Wissenschaften fällt. In Amerika hat sich schon das Wort »Synergetik« nie durchgesetzt. Stattdessen wurde sie dort zu einem Teilbereich der »Komplexitätsforschung« beschnitten. In China, Japan und auch Russland dagegen gibt es starke Strömungen in diese Richtung. Die östlichen Wissenschaftler stehen der Synergetik wohl deshalb offener gegenüber, weil es ihrer Philosophie näherkommt, Dinge ganzheitlich zu betrachten. ~

Das Interview führte **Vinzenz Schönfelder**.

#### LITERATURTIPPS

**Haken, H.:** Erfolgsgeheimnisse der Natur. Synergetik: Die Lehre vom Zusammenwirken. Reinbek: Rowohlt 1995.

**Haken, H., Haken-Krell, M.:** Erfolgsgeheimnisse der Wahrnehmung. Synergetik als Schlüssel zum Gehirn. Berlin: Ullstein 1994.