

Die Kybernetik

Kinaesthetics ist praktische Kybernetik

Was hat ein Computer, das Antiblockiersystem (ABS) eines Autos oder die Hirnforschung, was hat der Mensch mit der Kybernetik zu tun? Stefan Marty-Teuber und Stefan Knobel gehen diesen Fragen nach.

Auf die Initiative des Neurophysiologen Warren Mc Culloch (1899–1969) und des Anthropologen Gregory Bateson (1904–1980) verpflichtete sich die Josiah Macy Jr. Foundation im Jahr 1946, über einen längeren Zeitraum regelmäßige, zweitägige Konferenzen zu finanzieren. Ein konstanter Kern von etwa 15 führenden WissenschaftlerInnen und ungefähr ebenso viele Gäste sollten jeweils daran teilnehmen. Die angestrebte Qualität der Zusammensetzung der Gruppe spiegelte sich in der Tatsache, dass prominente Forscher wie der Physiker und Nobelpreisträger Albert Einstein (1879–1955) oder der Mathematiker und Philosoph Bertrand Russell (1872–1970) angefragt worden waren. Allerdings mussten beide aus verschiedenen Gründen absagen. Die TeilnehmerInnen der Macy-Konferenzen hingegen wurden zu den Begründern und Vordenkern der Kybernetik.



Die „Pioniere“ von 1949 verfolgten über Ressortgrenzen hinweg ein gemeinsames Ziel.

Die 6. Macy-Konferenz

Die 6. Macy-Konferenz fand 1949 am 24. und 25. März in New York statt. Wie alle folgenden Konferenzen trug sie den Titel „CYBERNETICS. Circular Causal, and Feedback Mechanisms in Biological and Social Systems“ („Kybernetik. Zirkulär-kausale und Rückkopplungsmechanismen in biologischen und sozialen Systemen“). Die Protokolle wurden zum ersten Mal vom Mathematiker und Physiker Heinz von Foerster (1911–2002) herausgegeben, der diese bis zur zehnten und letzten Konferenz im Jahr 1953 betreute.

Die Teilnehmerliste von 1949 umfasst 31 Personen, zu denen hochkarätige ForscherInnen wie der Psychiater Warren Mc Culloch, die Mathematiker Norbert Wiener und John von Neumann oder die Anthropologen Margaret Mead und Gregory Bateson gehören.

Neuorientierung der Wissenschaften. Die zehn Konferenzen der Jahre 1946 bis 1953 waren von Anfang an als ein interdisziplinäres Experiment gedacht. Nach den erschütternden Erfahrungen des Zweiten Weltkrieges sollte dem gegenseitigen Verständnis und einer Neuorientierung des wissenschaftlichen Denkens Raum gegeben werden. In der Regel fanden an einem Tag nur zwei Vorträge statt. Am Vormittag beleuchtete ein Teilnehmer ein Thema aus der Sicht seiner wissenschaftlichen Disziplin, am Nachmittag wurde das gleiche Thema aus der Sicht einer anderen Forschungsrichtung vorgestellt. Der Rest der Zeit stand für gemeinsame Diskussionen zur Verfügung.

Interdisziplinarität. Die Begründungsphase der Kybernetik umfasst ein gewaltiges Spektrum an diskutierten Themen. Einerseits lag ein gemeinsames Interesse in der Frage, wie natürliche oder künstliche Systeme gesteuert werden oder sich selbst steuern. Aus diesem Grund hatte sich ja der Begriff Cybernetics („Kybernetik“) den TeilnehmerInnen der Macy-Konferenzen als Bezeichnung der neuen Wissenschaft aufgedrängt.

Andererseits war auch den WissenschafterInnen der Macy-Konferenzen bewusst – wie man den gut 700-seitigen Protokollen der fünf Konferenzen zwischen 1949 und 1953 entnehmen kann –, dass auch ihre persönlichen Forschungsgebiete die vielfältigen Fragestellungen und Themen der Kybernetik mitbestimmten. Mathematische und technische Probleme fanden in ihr ebenso einen Platz wie Fragen der Biologie, der Neurophysiologie, der Psychiatrie und Psychologie. Auch Soziologie und Wirtschaftswissenschaften waren von Anfang an vertreten.

Eine heimatlose Wissenschaft... Die insgesamt acht Jahre des intensiven Austausches und persönlichen Weiterforschens der frühen „Kybernetiker“ reichten nicht, um gemeinsam zu einer umfassenden Universaltheorie von Steuerungsprozessen, Kommunikation und Informationsübertragung zu gelangen. Die Hoffnung, durch



Die verzweigten Erkenntnisse der fachübergreifenden Kybernetik beeinflussen das Ingenieurswesen ebenso wie die Hirnforschung oder die Informationstechnologie.

interdisziplinäre Zusammenarbeit die Muster zu finden, welche die verschiedenen Wissenschaften, die Natur und den Menschen verbinden, hatte sich nicht erfüllt.

Das mag ein Grund dafür sein, dass sich nach dem Ende der Macy-Konferenzen an den Universitäten Amerikas und Europas die Kybernetik als selbständige Wissenschaft nicht etablierte. Sie findet sich auch im heutigen Wissenschaftsbetrieb als Bezeichnung eines Lehrstuhls oder eines Instituts nur selten, so zum Beispiel beim Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik in Tübingen.

...mit umwälzender Wirkung. Der Innovationsschub und der Perspektivenwechsel aber, den besonders die Entdeckung zirkulärer Wirkungszusammenhänge in und zwischen Systemen gebracht hatte, entfaltete nach 1953 eine unglaubliche Wirkung. Die PionierInnen der Kybernetik entwickelten die neuen Ansätze und Perspektiven der Begründungsphase in ihren wissenschaftlichen Tätigkeitsfeldern weiter. Dadurch integrierte sich kybernetisches Denken in viele einzelne Wissenschaften und hatte einen bedeutenden Einfluss auf die technische, kulturelle und gesellschaftliche Entwicklung der folgenden Jahrzehnte. Einige Beispiele dazu:

- Kybernetische Erkenntnisse über anpassungsfähige Systeme wurden ein fester Bestandteil der Ingenieurwissenschaften und besonders der Robotik. Sie führten zur Entwicklung einer sehr großen Zahl sich selbst steuernder Systeme, die aus der heutigen Technik nicht wegzudenken sind (Bsp. Thermostat, ABS, Industrieroboter).
- Die Kybernetik beeinflusste die Entwicklung von Rechnern, Computern und Informationstechnologien aller Art.
- Die Kybernetik beeinflusste maßgeblich die Grundlagen der modernen Hirnforschung.
- Die Kybernetik begründet einen Perspektivenwechsel in der Psycho- und besonders Familientherapie. Er besteht im Kern in der Berücksichtigung der wechselseitigen Interaktionen und Beeinflussungen in komplexen Systemen (Stichwort „Systemische Therapie“).
- Der gleiche Perspektivenwechsel betrifft auch die Soziologie/Wirtschaftswissenschaften und führte zu den Bemühungen um eine entsprechende Systemtheorie. Ihre Grundidee spiegelt sich in gängigen Begriffen wie zum Beispiel syste-

>>

Ein Kooperationsprodukt von:

Kinaesthetics Deutschland, Kinaesthetics Italien, Kinaesthetics Österreich, Kinaesthetics Schweiz,

European Kinaesthetics Association, Stiftung Lebensqualität.

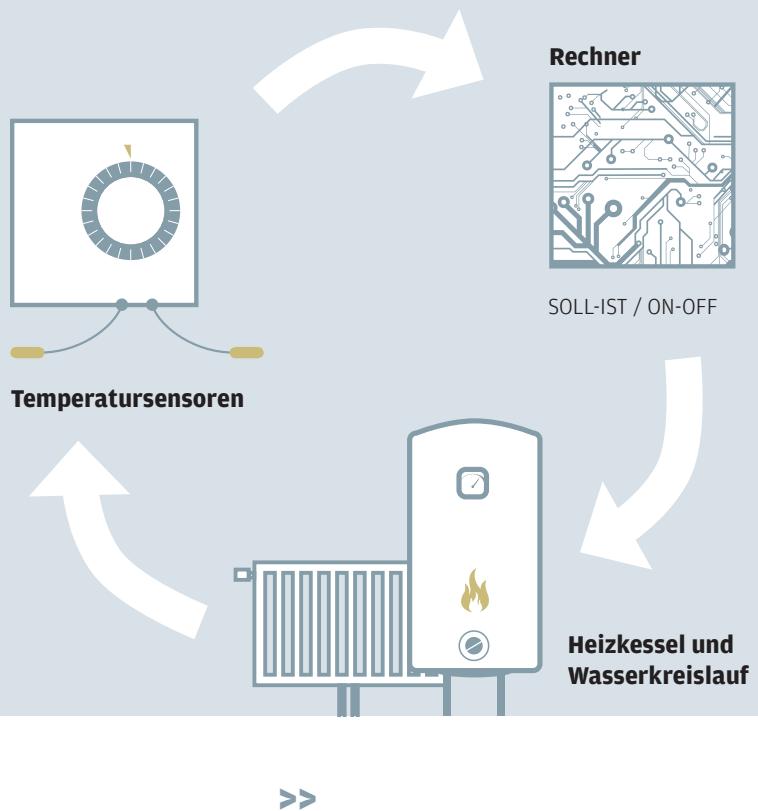
Herausgeber: Stiftung Lebensqualität, Nordring 20, CH-8854 Siebnen.

www.zeitschriftlq.com www.kinaesthetics.net



Kinaesthetics

Der zirkuläre Rückkoppelungsprozess eines Heizungssystems



>>

mischtes oder vernetztes Denken, systemisches Management.

► Im Bereich der Erkenntnistheorie besteht ein klarer Zusammenhang zwischen der Kybernetik und dem Konstruktivismus oder dem erkenntnistheoretischen Ansatz von H. Maturana/F. Varela.

Viele dieser Entwicklungen sind längst nicht abgeschlossen: Die heimatlose Wissenschaft entfaltet somit ihre Wirkung auch heute noch ...

Der Kern: Feedback („Rückkopplung“) und Zirkularität. Die meisten LeserInnen dieses Artikels dürften über den Komfort eines Heizsystems verfügen, das auch bei Kälte die Raumtemperatur zu Hause auf etwa 20 °C hält. Nun mag das als eine Selbstverständlichkeit erscheinen; immerhin schafft es auch der Mensch scheinbar problemlos, seine Körpertemperatur auf etwa 36,5 °C zu halten. Wie funktioniert aber ein thermostatgesteuertes Heizsystem tatsächlich?

Genau solche Fragestellungen treffen den erwähnten Theoriekern der Kybernetik: Wie steuert sich ein System selbstständig, wenn es sich an wechselnde Umweltbedingungen anpassen sollte? Die Antwort wird im Titel angedeutet, den die Macy-Konferenzen ab 1949 trugen (vgl. Infobox „Die 6. Macy-Konferenz“): Ein solches System funktioniert auf der logischen und konkreten Ebene zirkulär und baut auf Feedback Mechanisms („Rückkopplungsmechanismen“) auf.

Mit der folgenden vereinfachten Erklärung eines Heizsystems mit Thermostat lässt sich die kybernetische Beschreibung von sich selbst steuernden Systemen bzw. ihrer Elemente und Eigenschaften gut nachvollziehen.

Wie funktioniert ein Heizsystem? Im Winter ist unser Heizsystem wechselnden Rahmenbedingungen ausgesetzt. Die schwankenden Außentemperaturen beeinflussen die Raumtemperatur in unserem Haus. Ein erstes Element des Systems ist darum ein Thermometer („Wärmemesser“) in den Wohnräumen, das für steigende und sinkende Temperatur sensibel ist, auf sie reagiert. Es hat im Heizsystem also die Funktion des Sensors oder der spezifischen Wahrnehmung. Der Sensor selbst weiß natürlich nicht, was er anzeigt, und bewirkt – für sich allein – nichts. Also muss er mit einem zweiten Element rückgekoppelt werden, das ihn sozusagen versteht, aus seiner Anzeige Informationen beziehen und mit anderen Informationen vergleichen kann. Bei diesem Element wird die gewünschte Raumtemperatur von 20 °C vorgegeben, in der Sprache der Kybernetik der Soll-Wert. Die Aufgabe des zweiten Elementes unseres Heizsystems besteht also darin, den Unterschied zwischen der tatsächlichen Raumtemperatur, dem sogenannten Ist-Wert, und dem Soll-Wert zu berechnen und je nach Resultat den Heizkessel auf „on“ oder „off“ zu stellen. Diese Aufgabe wird heute von spezialisierten „Rechnern“, d. h. Computern gelöst.

Das letzte Element unseres Heizsystems ist schließlich der Heizkessel und die mit ihm verbundenen Heizkörper. Indem er sich ein- und ausschaltet, ist er sozusagen grobmotorisch tätig und beeinflusst direkt die Raumtemperatur. Er übernimmt die Funktion der Motorik und führt den Vorschlag des Rechners konkret aus.

Rückkopplung und Soll-Wert. Damit ist der Kreislauf geschlossen und man kann relativ leicht nachvollziehen, was zirkuläre Logik im Zusammenhang mit Selbststeuerungsprozessen bedeutet: Wenn die Heizung läuft, wird die Raumtemperatur steigen. Dadurch wird das Thermome-

Das lineare Kausalitätsmodell

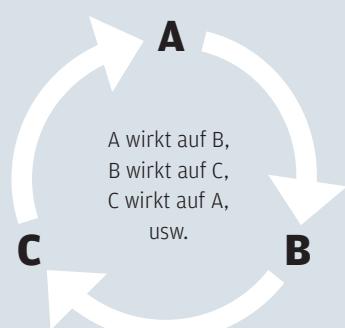


ter über 20 °C anzeigen. Der Rechner wird die Abweichung bei einem bestimmten Wert feststellen und dem Heizkessel den „off“-Befehl geben. Sinkt die Raumtemperatur bzw. das Thermometer in der Folge unter 20 °C, wird der Rechner den „Fehler“ merken und der Heizung die Information „on“ zu kommen lassen. So beeinflussen sich im Kreis die drei Elemente durch ihre Rückkoppelung (Feedback).

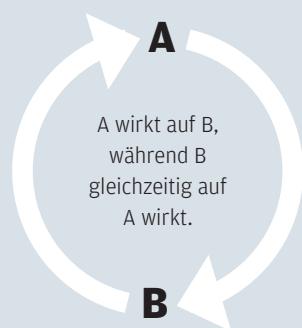
In unserem Beispiel pendelt die tatsächliche Raumtemperatur, der Ist-Wert, folglich um den Soll-Wert. Das Ideal von 20 °C wird gar nicht gehalten, sondern von den Ist-Werten nur vorübergehend erreicht. Wenn man den Rechner auf sehr feine Unterschiede einstellen würde, käme es nämlich in unserem System zu einem ständigen, unsinnigen An- und Abschalten des Heizkessels.

Zirkularität und Linearität. Die dargestellte kybernetische Theorie der Regelkreise ist eine echte Herausforderung für unsere gewohnte Art zu denken. In unserem Beispiel wird die kreisförmige oder zirkuläre Abhängigkeit und Rückkoppelung der Elemente leicht ersichtlich. In abstrakter Form formuliert kann man sie folgendermaßen darstellen:

Das Regelkreismodell



Oder verkürzt:



Dies widerspricht unserer alltäglichen Logik und entspricht in aller Regel weder unserem Denken noch unserer Sprache. Wie die klassische Mechanik der Physik denken wir meistens auf der Grundlage einer geradlinigen Abhängigkeit von Ursache und Wirkung, einer linearen Kausalität.

Eine bestimmte Ursache A hat eine bestimmte Wirkung B und kann ihr zeitlich beliebig vorausgehen. Die umgekehrte Betrachtungsweise ist darum in unserem logischen Denken verboten: Ein späteres Ereignis kann nicht die Ursache für ein früheres Ereignis sein. Nach einer Katastrophe wollen wir wissen, was die Ursache ist, was die Gründe oder die Kausalketten sind, die zu ihr geführt haben, damit wir sie in Zukunft vermeiden oder gegen die Schuldigen vorgehen können. Wir leben in einer technischen Welt, die sehr oft in linearer Kausalität funktioniert – außer es liegt ein Defekt vor: Wenn wir auf den Lichtschalter drücken, brennt die Lampe, wenn wir den Zündschlüssel umdrehen, startet der Motor.

Und doch muss eine sich anpassende Selbststeuerung wie zum Beispiel ein Heizsystem mit Thermostat zirkulär funktionieren:

- Der Rechner (A) ist die Ursache dafür, dass der Heizkessel an- oder abstellt (B).
- Diese beiden Aktivitäten des Heizkessels (B) wiederum sind die Ursache der Anzeige des Sensors (C), d. h. seines Verhaltens.
- Diese Anzeige (C) ist die Ursache der Berechnung des Unterschiedes zwischen Ist- und Soll-Wert und der entsprechenden „Befehlsausgabe“ des Rechners (A) usw.

Hier wird klar, warum die Kybernetik dieses Thema als einen circular causal, zirkulär-kausalen Mechanismus beschrieb. Zugleich mag man erahnen, dass kybernetisches Denken eine große Herausforderung darstellt und ein grundsätzliches Umdenken verlangt. Gregory Bateson, der als Anthropologe mit der Breite und der Geschichte des menschlichen Denkens bestens vertraut war, schreibt, dass es seines Erachtens kein kybernetisches Denken vor dem Zweiten Weltkrieg gibt.

Literatur:

- **Pias, C. (Hrsg.):** Cybernetics / Kybernetik. The Macy-Conferences 1946-1953. Diaphanes, Zürich-Berlin 2003
- **Von Foerster, H. / Bröcker, M.:** Teil der Welt, Fraktale einer Ethik, Ein Drama in drei Akten. Carl-Auer-Systeme Verlag, Heidelberg 2002



Der so genannte Ouroboros (griech. „Schwanzfresser“) ist ein Symbol, das sich bis in die Antike zurückverfolgen lässt. Es zeigt eine oder zwei Schlangen (Drachen), die sich in den Schwanz beißen. Es symbolisiert Kreisläufe unserer Welt (Geburt - Sterben - Neugeburt), in der Alchemie den zirkulären Wandel der Materie. Für die Kybernetiker spiegelt es das Phänomen zirkulärer Wirkungszusammenhänge.

>>

Der Begriff Feedback

**Feedback bedeutet wörtlich über-
setzt „Rückfütterung“ und wird in
zwei unterschiedlichen Bedeutungen
verwendet.**

1. Feedback ist ein zentraler Begriff der Kybernetik. Er bezeichnet in diesem Rahmen das Phänomen der „Rückkoppelung“, d. h. die Tatsache, dass zwischen Elementen ein kreisförmiger Wirkungszusammenhang besteht. Je schnellere und differenziertere Anpassungsleistungen Systeme erbringen müssen, desto weniger zeitliche Verzögerung darf die Rückkoppelung haben. Beim Menschen ist die Rückkoppelung so unmittelbar, dass ihre Funktionsweise uns in der Regel nicht bewusst wird.
2. Im Rahmen der Kybernetik und in einer recht gängigen Verwendung als Fremdwort bezeichnet Feedback eine „Rückmeldung“, d. h. eine Reaktion, die auf einen bestimmten Input folgt, oder sogar eine zeitlich getrennte Reaktion nach einem Input. Oft wird die Verwendung von Feedback in diesem Sinne auf sprachliche Äußerungen in mündlicher oder schriftlicher Form eingeschränkt.

>>

Die Autoren

Stefan Knobel ist von Beruf Krankenpfleger, Pflegeexperte und Kinaesthetics-Trainer. Er ist als Kinaesthetics-Ausbildner tätig und leitet die Curriculumentwicklung der European Kinaesthetics Association EKA.

Stefan Marty-Teuber ist Altphilologe, lic. phil./dipl. päd. sek. II und arbeitet als freier wissenschaftlicher Mitarbeiter für die European Kinaesthetics Association.

Komplexe Anpassungsleistungen. Norbert Wiener (vgl. Teil 1 der Serie, Infobox „Kybernetik war nicht nur technisch orientiert“) beschrieb schon früh das Aufheben eines Bleistiftes als einen Prozess, der nur durch Zirkularität erklärbar ist. Er bezeichnete das Prinzip der Rückkoppelung als „einen wichtigen neuen Gedanken“ der Neurophysiologie und die frühere lineare Erklärung als unhaltbar. Sie ging davon aus, dass das Nervensystem als abgeschlossenes Organ „von den Sinnen Signale empfängt und diese in die Muskeln entlädt“. Das Gehirn gibt in kybernetischem Denken nicht den Befehl dazu, einen Bleistift aufzuheben (Ursache), worauf folgt, dass der Arm gehorcht (Wirkung). Vielmehr beruht diese Aktivität auf Feedback-Schläufen, welche die Elemente des Nervensystems, der Motorik und der Sinneswahrnehmung zirkulär verbinden.

Mit diesen Überlegungen zeigt sich ein wichtiger Unterschied zwischen dem Menschen und dem Beispiel der Heizung. Bei dieser handelt es sich um ein sehr trüges System. Im Vergleich zu den fast unmittelbar funktionierenden Feedback-Kreisläufen, die beim Aufheben eines Bleistiftes einbezogen sind, arbeitet ein Heizsystem in einem

extremen Schneckentempo und weist keine komplexen Anpassungsleistungen auf.

ABS beim Menschen? Grundsätzlich funktioniert nach dem oben erklärten Prinzip das ABS des Autos, das bei unterschiedlichsten Bedingungen verhindert, dass beim Bremsen die Räder blockieren, und all die anpassungsfähigen, sich selbst steuernden Systeme, die Ingenieure – wo auch immer – einbauen. Und grundsätzlich beruht auch die Selbststeuerung des Menschen auf zirkulär rückgekoppelten Schläufen. Ein wesentlicher Unterschied zwischen Mensch und Maschine besteht allerdings darin, dass wir keine Knöpfe haben, mit denen man Soll-Werte von außen einstellen kann. Wir haben sicher so etwas Ähnliches wie ein ABS, das (meistens) verhindert, dass wir uns in kritischen Situationen völlig versteifen und verkrampfen. Gewiss haben wir „Soll-Werte“ für unsere Körpertemperatur, für die Aktivität des Stehens, für unsere Körperspannung. Aber auch wenn der Gedanke manchmal verlockend sein könnte: Zum Glück gibt es keinen Knopf, mit dem man die Lautstärke spielender Kinder auf einen angenehmen Mittelwert oder ihr Verhalten auf „ruhig auf dem Stuhl sitzen und Hausaufgaben machen“ einstellen könnte. Zum Glück liefern Menschen nicht wie triviale Maschinen immer den gleichen Output auf einen bestimmten Input. Vielleicht beruht ein beglückender und spannender Zug des Lebens gerade auf der Tatsache, dass wir uns an allererster Stelle selbst steuern und dass unser Verhalten grundsätzlich von anderen Person oder der Umwelt wohl beeinflusst, aber nicht bestimmt werden kann.

Vorschau: Der dritte Teil der Serie (Juli 2009) ist dem Verhaltenskybernetiker K. U. Smith gewidmet. Die Verhaltenskybernetik ist eine wichtige wissenschaftliche Grundlage von Kinaesthetics und stellt den Menschen in den Mittelpunkt der kybernetischen Forschung.

LQ

kinaesthetics – zirkuläres denken – lebensqualität



In der Zeitschrift LQ können die LeserInnen am Knowhow teilhaben, das Kinaesthetics-AnwenderInnen und Kinaesthetics-TrainerInnen in zahllosen Projekten und im Praxisalltag gesammelt haben. Ergebnisse aus der Forschung und Entwicklung werden hier in verständlicher Art und Weise zugänglich gemacht. Es wird zusammengeführt. Es wird auseinander dividiert. Unterschiede werden deutlich gemacht. Neu entdeckte Sachverhalte werden dargestellt und beleuchtet. Fragen werden gestellt. Geschichten werden erzählt.

Die LQ leistet einen Beitrag zum gemeinsamen analogen und digitalen Lernen.

Bestellen Sie die Zeitschrift LQ unter www.verlag-lq.net
oder per Post

verlag lebensqualität
nordring 20
ch-8854 siebnen

verlag@pro-lq.net
www.verlag-lq.net
+41 55 450 25 10



Print-Ausgaben plus Zugang zur Online-Plattform



Bestellung Abonnement

LQ – kinaesthetics – zirkuläres denken – lebensqualität

Ich schenke lebensqualität

- mir selbst
 einer anderen Person

Meine Adresse:

Vorname _____

Name _____

Firma _____

Adresse _____

PLZ _____ Ort _____

Land _____

eMail _____

Geschenkabonnement für:

Vorname _____

Name _____

Firma _____

Adresse _____

PLZ _____ Ort _____

Land _____

eMail _____