

## Buchbesprechungen

Karl Sigmund:  
**Spielpläne.  
 Zufall, Chaos  
 und die Strategien der Evolution.**  
 Hoffmann und Campe, Hamburg 1995.  
 368 Seiten, DM 49,80.

Der Wiener Mathematiker Karl Sigmund „gesteht“ gleich zu Beginn, daß es „ein Buch über Mathematik sein wird – genauer, über die mathematischen Aspekte der Evolutionstheorie“. Auch wer sich jetzt abgeschreckt fühlt, sollte weiterlesen. Denn es geht um Evolution und Spiel, und zwar auf höchst vergnügliche Weise. Beide Begriffe sind sehr weit gefaßt: „Evolution“ schließt künstliches Leben nicht aus (Kapitel 2 behandelt selbstreplizierende Automaten im „Spiel des Lebens“), und „Spiel“ schließt die Wahrscheinlichkeitstheorie mit ein (schließlich ist die Zufallsdrift von Genen – Kapitel 4 – im Prinzip nichts anderes als ein Würfelspiel). Der Schwerpunkt liegt mehr auf dynamischen als auf Gleichgewichtsaspekten, es geht also um Evolution im eigentlichen Sinne des Wortes.

Ein schönes Beispiel dafür ist der Pfauenschwanz, dem wir in Kapitel 6 „Evolution und Sex“ begegnen. Wie der Pfau zu seinem prachtvollen Schwanz kam – das hat bereits Charles Darwin nicht nur beschäftigt, sondern regelrecht umgetrieben, sahen doch seine Kritiker darin ein Musterbeispiel für eine Struktur, die ihren Träger nicht lebensfähiger, sondern flugunfähig macht und somit unmöglich durch natürliche Selektion entstanden sein könne. Darwin prägte als Ausweg den Begriff der „sexuellen Selektion“: Die Weibchen finden die Männchen mit langen Schwanzfedern besonders anziehend und haben deswegen mit ihnen entsprechend zahlreiche Nachkommen.

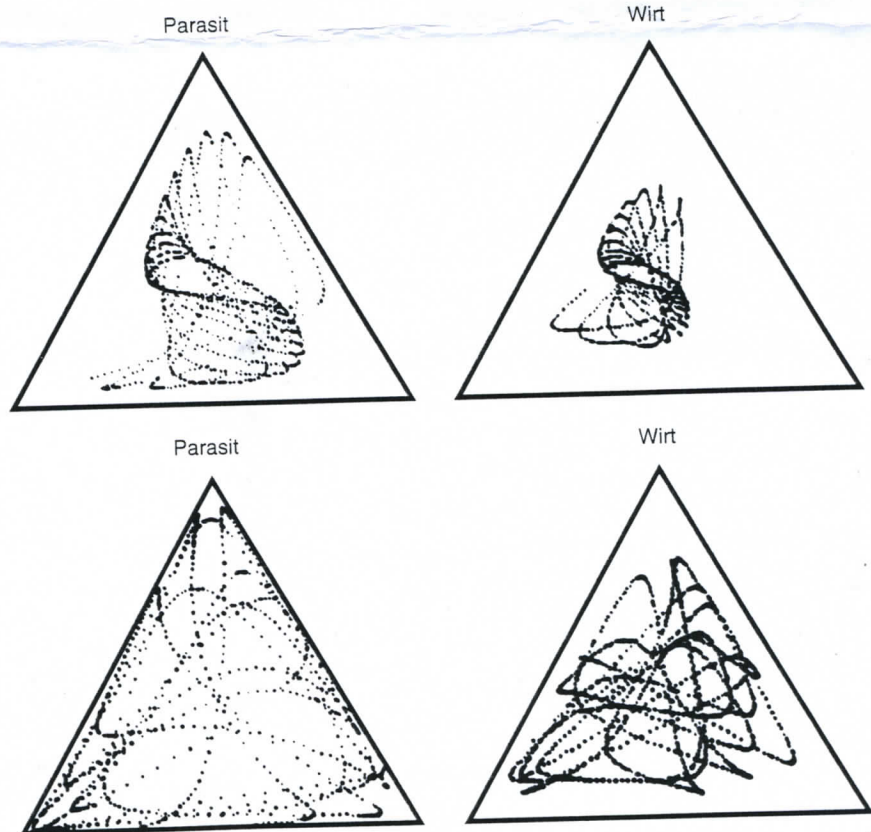
Aber wie entsteht die Vorliebe der Weibchen? Dazu muß man dynamisch denken, und eine Möglichkeit ist der „runaway process“, den Ronald A. Fisher (1890 bis 1962), der Begründer der modernen Statistik, erdacht hat: Man stelle sich vor, in einer Bevölkerung von kurzschwänzigen Männchen und gleichgültigen Weibchen gebe es einige abweichende Individuen mit einem längeren Schwanz und einige mit der Vorliebe für denselben. Eine Fluktuation der Umweltbedingungen, die vorübergehend den längeren Schwanz begünstigt, kann

dann so etwas wie eine Modewelle auslösen, die durch positive Rückkopplung zum Selbstläufer wird. Denn die Nachkommen der Mutantenpaare sind gut – aneinander – angepaßt, so daß sich die beiden neuen Gene in der Population durchsetzen. Sobald aber das Präferenzgen häufig ist, hat das Gen für den längeren Schwanz Vorteile, auch wenn der ursprüngliche Auslöser wegfällt. Falls Mutanten für noch längere Schwänze auftreten, werden nun sie bevorzugt, und so weiter. Der Trend ist nicht mehr aufzuhalten, zumindest bis die Grenze des Tragbaren oder des genetisch Machbaren erreicht ist.

Sexuelle Selektion ist also eine Nebenwirkung geschlechtlicher Fortpflanzung. Aber warum wird der Nachwuchs überhaupt auf so komplizierte Weise erzeugt? Der wesentliche Effekt geschlechtlicher Fortpflanzung ist die Neukombination von Erbanlagen in jeder

Generation und dadurch eine größere Vielfalt in der Nachkommenschaft. Über den möglichen Nutzen gibt es vielfache Hypothesen, von der Evolutionsbeschleunigung in fluktuierenden Lebensräumen bis zur Hypothese von der Roten Königin.

Im Land der Roten Königin (einer Figur aus dem Roman „Alice hinter den Spiegeln“ des englischen Schriftstellers und Logikers Lewis Carroll) müssen alle so schnell rennen, wie sie können, nur um an der Stelle zu bleiben, an der sie sich gerade befinden. So ergeht es auch der genetischen Programmierung des Immunsystems im Wettlauf mit Krankheitserregern, die schnell mutieren, so daß neue Linien den Abwehrmechanismen entgehen – wie etwa im Falle von AIDS (Spektrum der Wissenschaft, November 1995, Seite 52). Ein Spiel namens *penny matching* mag dies verdeutlichen: Jeder Spieler legt eine Münze auf den Tisch; stimmen sie überein, hat der eine Spieler gewonnen, sonst der andere. Wer in jeder Runde dieselbe Münze auf den Tisch legt, wird sofort vom Gegner



Der Tanz der Genhäufigkeiten in einer von Parasiten geplagten Wirtsbevölkerung. Sowohl den Parasiten als auch den Wirtsorganismen stehen jeweils drei genetische Alternativen zur Verfügung. Je besser sie übereinstimmen, desto besser für den Pa-

rasiten. Den verschiedenen Genkombinationen entsprechen Punkte auf der Tanzfläche. Man beachte, daß die Tänzer sich so verhalten, als wollten sie vermeiden, an die Grenzen des Koordinatendreiecks zu stoßen (das heißt ein Allel zu verlieren).



durchschaut; wer sich immer wieder etwas Neues einfallen läßt, ist besser dran. Neue Genkombinationen können dem Immunsystem der nächsten Generation bessere Chancen geben, Gefährdungen zu begegnen. In diesem Sinne ist Evolution weniger das Erklimmen von Gipfeln maximaler Fitness als der verzweifelte Versuch, einen Sumpf zu verlassen.

Das *penny matching game* zwischen Immunsystem und Krankheitsregenern leitet über zum Kapitel über evolutionäre Spieltheorie. Hier geht es um Interessenkonflikte zwischen Mitgliedern einer Art auf der Verhaltensebene. Kapitel 8 behandelt die Evolution der Kooperation, durchgeführt am Beispiel des Gefangenendilemmas (vergleiche „Das Einmal-eins des Miteinander“ von Martin Nowak, Robert May und Karl Sigmund, Spektrum der Wissenschaft, August 1995, Seite 46). Weitere Themen sind Populationsökologie und Chaos (Kapitel 3) sowie Populationsgenetik (Kapitel 5).

Die einzelnen Kapitel sind weitgehend unabhängig voneinander, man kann sie also so ungeordnet lesen, wie ich sie soeben zitiert habe. Man wird allerdings kaum eines überschlagen wollen. Denn Sigmund versteht die Kunst, gleichzeitig verständlich für den Laien, lehrreich für den Kenner und unterhaltsam für beide zu schreiben. Er vermittelt mathematische Einsichten, ohne den formalen Apparat zu bemühen; dennoch sind die Vereinfachungen nicht unzulässig. (Das Kapitel über evolutionäre Spieltheorie ist allerdings streckenweise nicht ganz leicht; man spürt die Nähe des Autors zum eigenen Arbeitsgebiet.) Viele aktuelle Ergebnisse sind aufgenommen. Die Dokumentation ist so mustergültig wie selten (nicht nur) bei allgemeinverständlicher Literatur. Und schließlich ist das Buch so fesselnd, daß ich es in einem Zug gelesen habe und beinahe das Umsteigen verpaßt hätte. Zahlreiche historische Anekdoten und ein subtiler Witz mit verzögerten Pointen halten den Leser gefangen.

Im Klappentext wird die „New York Times“ zitiert, die Sigmunds „Spielpläne“ so unterhaltsam findet wie einen Film der Marx Brothers. Ich würde das Buch lieber mit den Filmen von Jacques Tati vergleichen. Wie dem auch sei, es ist nur zu empfehlen.

Dr. Ellen Baake  
Max-Planck-Institut für  
Entwicklungsbiologie,  
Tübingen.

John R. Searle:

### Die Wiederentdeckung des Geistes.

Aus dem Amerikanischen  
von Harvey P. Gavagai.  
Artemis & Winkler, München 1993.  
296 Seiten, DM 39,80.

John R. Searle ist Professor für Philosophie an der Universität von Kalifornien in Berkeley und einer der prominentesten Kritiker der Künstliche-Intelligenz-Forschung. Wer kennt nicht sein Beispiel vom chinesischen Zimmer (Spektrum der Wissenschaft, März 1990, Seite 40): Jemand, der kein Chinesisch versteht, ist in einem Zimmer eingeschlossen und beantwortet unter der Tür durchgeschobene Fragen in chinesischen Schriftzeichen gemäß einem Regelwerk, das so gut ist, daß sich die Antworten nicht von denen eines Chinesen unterscheiden. Könnte man dann von dem Eingeschlossenen sagen, er verstünde Chinesisch?

Searle will eine Analyse des menschlichen Bewußtseins vorlegen. „eine Untersuchung in Gang setzen, die das Bewußtsein aus sich heraus – als das, was es selbst ist – begreift“ (Seite 9). Dabei gehe er aus von Fakten, die „wir sicher wissen“: Bewußtsein ist nach Searle eine höherstufige oder emergente Eigenschaft des Gehirns, so wie der Aggregatzustand „flüssig“ eine Eigenschaft eines Systems von Molekülen ist. Der geistige Zustand des Bewußtseins ist ein gewöhnliches biologisches – und das heißt: physisches – Merkmal des Gehirns, ähnlich anderen biologischen Merkmalen wie Photosynthese oder Verdauung. Angesichts dessen, was wir über die Welt wissen, sei dieses Weltbild das einzige, dem wir uns verschreiben könnten, wenn wir tief nachdenken. Woher wir das „sicher wissen“, läßt Searle freilich offen.

In den ersten drei Kapiteln kritisiert er die vorherrschenden Auffassungen in der Philosophie des Geistes, insbesondere das, was er den philosophischen Materialismus nennt. Der Name ist gewöhnungsbedürftig, denn üblicherweise würde man Searles eigenen, oben zitierten Standpunkt als materialistisch einstufen. Die Materialisten jedoch, die er meint, akzeptierten von vornherein das Vokabular und die Kategorien des Dualismus, in denen sie sich dann hoffnungslos verstrickten. Sie fürchteten, man werde schon dann zum Dualisten, sobald man nur denke, daß es Bewußtsein gibt. Searle hält dagegen, man könne „durch und durch“ Materialist sein, ohne die Existenz geistiger Phänomene zu bestreiten. Bewußtsein sei einfach eine weitere materielle Eigenschaft unter vielen.

Die Kapitel 4 bis 8 sind einer Charakterisierung des Bewußtseins auf der Basis der Searleschen Grundthese gewidmet. Bewußtsein sei zwar auf Hirnvorgänge rückführbar. Aber auch eine vollkommene Wissenschaft des Gehirns könnte nicht eine Reduktion von der Art leisten, wie unsere heutige Wissenschaft sie etwa für Wärme, Festigkeit, Farbe und Klang bereitstellt. Diese Irreduzibilität des Bewußtseins sei jedoch nur eine triviale Konsequenz unser Definitionspraktiken, denn das geläufige Rückführen von Erscheinungen auf eine sogenannte Wirklichkeit sei beim Bewußtsein nicht anwendbar, weil das Bewußtsein aus den Erscheinungen selbst bestehe.

Das Unbewußte sei nicht anders auf den Begriff zu bringen denn als etwas potentiell Bewußtes. Diese These nennt Searle das „Verbindungsprinzip“. Der unbewußte Geist sei einfach das „neurophysiologische Kausalvermögen der Verursachung bewußter Zustände und bewußten Verhaltens“ und die Konzeption Sigmund Freuds (1856 bis 1939) vom Unbewußten und seiner Beziehung zum Bewußten inkohärent.

Bis hierhin ist das Buch im wesentlichen ein Resümee aus Searles früheren Werken. Neu und wirklich interessant ist das 9. Kapitel, in dem er sich mit zentralen Annahmen der Kognitionswissenschaft auseinandersetzt, insbesondere mit der sogenannten Computationstheorie: Demnach sei der Geist das Programm und das Hirn die Hardware eines Rechnersystems (welchen Typs auch immer); jedenfalls seien geistige Prozesse Rechenprozesse. Dagegen hat Searle schon in vielen früheren Arbeiten (insbesondere zum chinesischen Zimmer) argumentiert. Es sei zwar trivial, daß sich die Hirntätigkeit genauso simulieren lasse wie zum Beispiel die New Yorker Aktienbörse, aber es bleibe die Frage: Ist das Gehirn ein digitaler Computer?

Searles Argumentation ist eindrucksvoll: Computation ist syntaktisch definiert, durch Symbolmanipulation. Syntax und Symbole sind jedoch nicht durch ihre physische Beschaffenheit definiert: Syntax ist nichts intrinsisch Physisches. Computation kann also nicht in der Beschaffenheit eines physischen Objektes entdeckt werden, sondern wird ihm zugeordnet, indem gewisse physische Phänomene syntaktisch interpretiert werden. Syntax und Symbole sind beobachter-relativ. Man kann also nicht entdecken, daß das Hirn – oder sonst etwas – an sich ein Digitalcomputer ist, obgleich man ihm (wie allem) eine computationale Interpretation zuordnen kann. Die