

Fortschritt in der Darwinschen Evolution?

von Halil Güveniş, Istanbul

E-mail: guevenis@rocketmail.com

Abstract

In a classic 1977 textbook on evolution, Theodosius Dobzhansky, Francisco Ayala, Ledyard Stebbins, and James Valentine expressed the view that the ability to gather and process information has increased through evolutionary history, and that this increase can be considered as a mark of evolutionary progress. Starting from this thesis, we propose in the present paper – based on the input-process-output relationships in the human brain – to make the total and the partial model of behavior control for basis of evolutionary progress. We distinguish four levels of behavior control: 1. monosensory, 2. multisensory-modal, 3. multimodal-associative, 4. metamodal-symbolic information processing. Furthermore, we propose to divide each control level in three steps of complexity: 1. Image integration, 2. single image processing, 3. multiple image processing. However, whether this twelve-step-hierarchy represents an evolutionary progress in Darwinian evolution or not, can only be decided when the neuroethological family tree of biological species, families and genera has been constructed under consideration of evolution of behavior control.

Zusammenfassung

Theodosius Dobzhansky, Francisco Ayala, Ledyard Stebbins und James Valentine haben in ihrem 1977 erschienenen, klassischen Lehrbuch über Evolution die Ansicht vertreten, dass die Fähigkeit zum Informationsammeln und -verarbeiten während der Evolutionsgeschichte zugenommen hat und dass diese Zunahme als ein Zeichen des evolutionären Fortschritts angesehen werden kann. Ausgehend von dieser These schlagen wir in der vorliegenden Arbeit vor, auf der Basis der Input-Verarbeitung-Output-Verhältnisse im menschlichen Gehirn das Gesamt- und das Teilmodell der Verhaltenssteuerung zur Grundlage des evolutionären Fortschritts zu machen. Wir unterscheiden vier Ebenen der Verhaltenssteuerung: 1. monosensorische, 2. multisensorisch-modale, 3. multimodal-assoziative, 4. metamodal-symbolische Informationsverarbeitung. Außerdem schlagen wir vor, jede Steuerungsebene in drei Komplexitätsstufen zu unterteilen: 1. Bildintegration, 2. Einzelbildverarbeitung, 3. Mehrfachbildverarbeitung. Ob allerdings

diese zwölfstufige Hierarchie einen Fortschritt in der Darwinschen Evolution darstellt oder nicht, kann erst entschieden werden, wenn unter dem Gesichtspunkt der Evolution der Verhaltenssteuerung der neuroethologische Stammbaum der biologischen Arten, Familien und Gattungen erstellt worden ist.

1 Einleitung

Die Frage, ob es in der Darwinschen Evolution einen Fortschritt gibt, wurde von Evolutionstheoretikern sehr kontrovers diskutiert [1]. Die meisten Biologen und Philosophen würden heute wohl sagen, dass man Ausdrücke wie „Fortschritt“, „Höherentwicklung“ oder „Verbesserung“ meiden sollte: Natürliche Selektion ist ein *lokaler* Prozess, der nur solche Organismen hervorbringt, die bestens an ihre jeweilige Umwelt angepasst sind. Es ist nicht verständlich, wie dieser lokale Mechanismus eine langfristige, globale Anpassung – eine „Verbesserung“ – erzeugen soll. Zwar ist es denkbar, dass eine bestimmte Eigenschaft (ein konstanter Umweltfaktor) allen möglichen ökologischen Nischen gemeinsam ist und aufgrund dieser konstanten Umwelteigenschaft eine langfristige Anpassung – „Fortschritt“ – stattfindet, aber niemandem ist es bis heute gelungen, einen solchen Umweltfaktor anzugeben, mit dessen Hilfe man die „Höherentwicklung“ der biologischen Organismen beschreiben könnte.

Einen entscheidenden Versuch in diese Richtung unternahmen Theodosius Dobzhansky, Francisco Ayala, Ledyard Stebbins und James Valentine in ihrem 1977 erschienenen, klassischen Lehrbuch über Evolution [2]. Sie stellten fest, dass die Fähigkeit zum Informationsammeln und -verarbeiten während der Evolutionsgeschichte zugenommen hat und dass diese Zunahme als ein Zeichen des evolutionären Fortschritts angesehen werden kann. Trotz dieser zentralen Idee haben sie aber nicht versucht, die Fähigkeit zum Informationsammeln und -verarbeiten evolutionsgeschichtlich näher zu bestimmen. Aus diesem Grund möchten wir in der vorliegenden Arbeit vorschlagen, auf der Basis der Input-Verarbeitung-Output-Verhältnisse im menschlichen Gehirn das Gesamt- und das Teilmodell der Verhaltenssteuerung zur Grundlage des evolutionären Fortschritts zu machen.

Die Arbeit ist so aufgebaut, dass wir in Kapitel 2 die Ebenen der Verhaltenssteuerung angeben. In Kapitel 3 betrachten wir die Komplexitätsstufen der Verhaltenssteuerung. In Kapitel 4 werden die evolutionsgeschichtlichen Schlussfolgerungen aus dem Gesamt- und Teilmodell der Verhaltenssteuerung gezogen.

2 Die Ebenen der Verhaltenssteuerung

Auf der Grundlage der Input-Verarbeitung-Output-Verhältnisse im menschlichen Gehirn lässt sich folgendes Gesamtmodell der Verhaltenssteuerung angeben (Abb. 1):

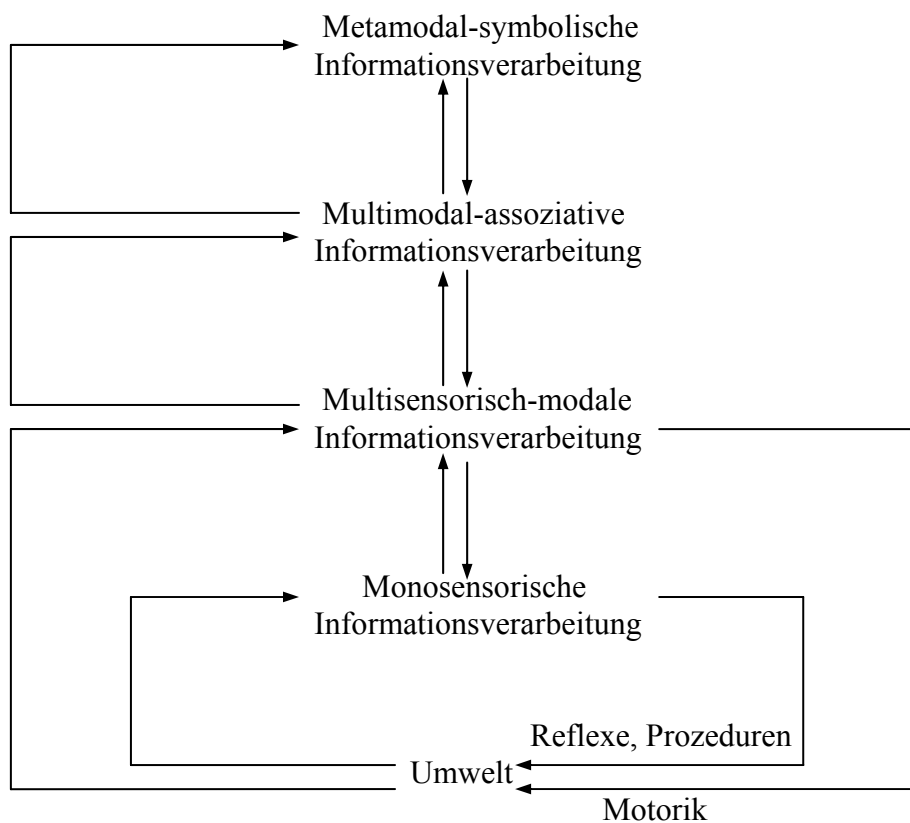


Abbildung 1: Das Gesamtmodell der Verhaltenssteuerung

Es handelt sich hierbei um vier Steuerungsebenen, die zunehmende Komplexität aufweisen. Die erste Ebene der Verhaltenssteuerung ist gegeben, wenn zwischen Sensoren und Effektoren eine monosensorische Informationsverarbeitung existiert. Überlebensrelevante Informationen aus der Umwelt werden durch eine einzige Sensorart der Verarbeitung zur Verfügung gestellt und anschließend wird die Systemantwort in Form von Reflexen und Prozeduren [3] an die Effektoren weitergeleitet. Jede Art von Informationsverarbeitung im Stamm- und Mittelhirn geschieht auf dieser Grundlage.

Die zweite Ebene der Verhaltenssteuerung ist gegeben, wenn mehrere Sensorarten *gemeinsam* die kortikale Repräsentation einer bestimmten Sinnesmodalität hervorbringen (multisensorisch-modale Informationsverarbeitung). Durch die multisensorische Abbildung wird der tatsächlichen Struktur der Umwelt Rechnung getragen und in der jeweiligen Sinnesmodalität (Tast-, Gehör- oder Gesichtssinn) eine viel bessere Bildqualität erreicht. Um die Erfüllung überlebenswichtiger Funktionen von der Ausführung zweitrangiger Ziele zu trennen, wird die Verhaltenssteuerung auf modaler Basis über einen von Reflexen und Prozeduren unabhängigen motorischen Kanal abgewickelt. Die multisensorische Ebene hat allerdings noch die Möglichkeit, bei der Erfüllung ihrer Aufgaben auf die Funktionen der monosensorischen Ebene zurückzugreifen. Umgekehrt hat aber

die monosensorische Ebene nicht die Kompetenz, bei der Ausführung ihrer Funktionen die multisensorische Ebene zu Hilfe zu nehmen; stattdessen projiziert sie ihren Verarbeitungszustand ständig in die multisensorische Ebene, damit diese bei der Ausführung ihrer Aufgaben über lebensnotwendige Zielsetzungen informiert ist.

Auf die multisensorisch-modale Steuerung folgt die multimodal-assoziative Steuerung. Die Besonderheit dieser neuen Informationsverarbeitungsart besteht darin, dass nicht unmittelbar die Umwelt der Ausgangspunkt einer neuen Information ist, sondern diejenigen Bilder, die von verschiedenen Sinnesmodalitäten stammen. Indem die modalen Bilder in den dafür vorgesehenen kortikalen Feldern zu multimodalen Bildern assoziiert werden, wird dem Umstand Rechnung getragen, dass Objekte und Erfahrungen in der Umwelt aus zusammenhängenden, modalen Aspekten bestehen. Die multimodale Steuerungsebene hat allerdings keinen selbständigen Zugang zur Umwelt; sie muss ihre Steuerungsanweisungen über den motorischen Kanal abwickeln. Gemäß der Hierarchie der Steuerungsebenen wird die multimodale Steuerung bei der Erfüllung ihrer Aufgaben ständig über den Verarbeitungszustand der tiefer liegenden Ebenen informiert.

Die vierte und letzte Steuerungsebene wird gebildet, indem ein multimodales Realitätsbild durch ein anderes multimodales Bild in den dafür vorgesehenen kortikalen Feldern symbolisiert wird (metamodal-symbolische Informationsverarbeitung). Da durch die symbolische Abbildung keine neue Umweltinformation gewonnen wird, scheint zunächst unerklärlich zu sein, warum die Evolution diesen Weg ging. Der Evolutionsvorteil liegt offenbar darin, dass erst durch die Symbolisierung eine allseitige, kognitive Durchdringung der Struktur der Umwelt möglich wird. Die metamodale Steuerungsebene hat allerdings keinen selbständigen Zugang zur Umwelt; sie muss ihre Steuerungsanweisungen über den motorischen Kanal abwickeln. Gemäß der Hierarchie der Steuerungsebenen wird die metamodale Steuerung bei der Erfüllung ihrer Aufgaben ständig über den Verarbeitungszustand der tiefer liegenden Ebenen informiert.

Zusammenfassend lässt sich zu den oben entwickelten Steuerungsebenen sagen, dass es sich hier um eine aufsteigende, hierarchische Organisation der Informationsverarbeitung über vier Stationen handelt: 1. monosensorische, 2. multisensorisch-modale, 3. multimodal-assoziative, 4. metamodal-symbolische Informationsverarbeitung. Die Hierarchie der Steuerungsebenen wird so gebildet, dass bei Steuerungsentscheidungen jede Ebene über den Verarbeitungszustand der tiefer liegenden Ebenen informiert ist und auf ihre Funktionen zurückgreifen kann. Umgekehrt haben aber die tiefer liegenden Ebenen nicht die Kompetenz, die Funktionen der höher liegenden Ebenen zu Hilfe zu nehmen.

3 Die Stufen der Verhaltenssteuerung

Bisher haben wir auf der Grundlage der Input-Verarbeitung-Output-Verhältnisse im menschlichen Gehirn das Gesamtmodell der Verhaltenssteuerung entwickelt und vier aufsteigende, hierarchische Ebenen der Informationsverarbeitung fest-

gestellt. Nun suchen wir auf jeder Ebene der Informationsverarbeitung nach geeigneten Komplexitätsstufen, die folgendes Teilmodell der Verhaltenssteuerung ergeben (Abb. 2):

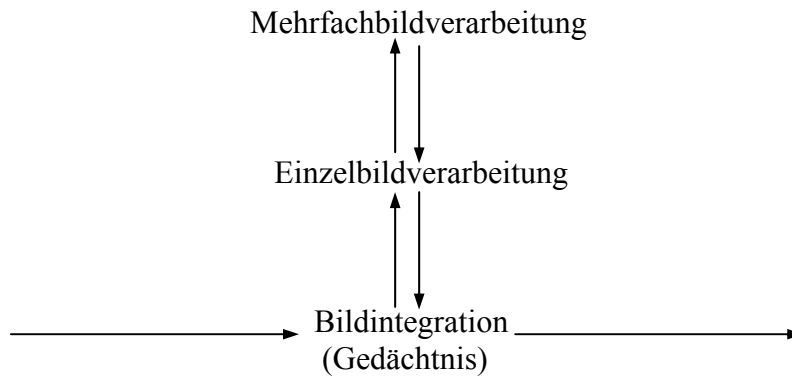


Abbildung 2: Das Teilmodell der Verhaltenssteuerung

1. Bildintegration (Gedächtnis): Zu Beginn jeder Informationsverarbeitungsebene wird es eine Stufe der Bildintegration geben, wo die neue Informationsverarbeitungsart voll entwickelt wird, d. h. die dazu gehörigen Bilder in einem speziell für diese Aufgabe vorgesehenen Gedächtnis gespeichert (bzw. integriert) werden.

2. Einzelbildverarbeitung: Auf die Stufe der Bildintegration folgt die Stufe der Einzelbildverarbeitung, wo aus Einzelbildern neue Informationen gewonnen werden. Die Funktion dieser Stufe ist, den Einzelbildraum zu ordnen und Objekterkennung herbeizuführen.

3. Mehrfachbildverarbeitung: Auf die Stufe der Einzelbildverarbeitung folgt die Stufe der Mehrfachbildverarbeitung, wo nicht nur aus Einzel-, sondern auch aus Mehrfachbildern neue Informationen gewonnen werden. Die Funktion dieser Stufe ist, die Informationsbilder nach zeitlicher Reihenfolge zu ordnen und Erfahrungsabläufe zu erkennen.

Es handelt sich hierbei um drei Steuerungsstufen, die zunehmende – aufsteigende – Komplexität aufweisen. Jede Stufe baut auf den Informationsgehalt der tiefer liegenden Stufen und informiert sie ständig über den jeweiligen Objekt- bzw. Erfahrungserkennungszustand.

4 Evolutionsgeschichtliche Schlussfolgerungen

Ausgerüstet mit dem Gesamt- und Teilmodell der Verhaltenssteuerung könnten wir nun versuchen, einen neuroethologischen Stammbaum der gesamten Evolution zu erstellen. Der Rumpf dieses Baumes wäre in vertikaler Richtung durch

die vier hierarchischen Ebenen der Verhaltenssteuerung gegeben. Äste und Zweige würden in horizontaler Richtung die drei Stufen der Verhaltenssteuerung darstellen. Zahlreiche empirische Fakten müsste dieser neuroethologische Stammbaum enthalten: Wann in der Ontogenese und wann in der Phylogenese wird der jeweilige Steuerungszustand (Ebene + Stufe) auf dem Stammbaum erreicht? Welche biologischen Arten, Familien, Gattungen schaffen welche Stufe gerade noch oder gerade noch nicht?

Erst nachdem diese Fragen geklärt sind, könnte entschieden werden, ob die Evolution der Verhaltenssteuerung die von uns im Gesamt- und Teilmodell (Abb. 1 und 2) beschriebene zwölfstufige Hierarchie *eindeutig und notwendig* emporsteigt oder nicht. Sollte diese These stimmen, so müssten alle biologischen Arten, Familien, Gattungen, die in der Evolutionsgeschichte nacheinander entstanden sind, auf dem neuroethologischen Stammbaum übereinander liegen, d. h. es gäbe in der Darwinschen Evolution eine permanente Höherentwicklung und die Ebenen und die Stufen der Verhaltenssteuerung wären Indizes des evolutionären Fortschritts. Sollte sich aber herausstellen, dass nur eine einzige biologische Art, Familie, Gattung „aus der Reihe tanzt“, d. h. die Höherentwicklung nicht mitmacht, so wäre die These vom Fortschritt in der Darwinschen Evolution falsifiziert.

Doch bevor diese Falsifikations- bzw. Verifikationsaufgabe empirisch angepackt werden kann, sollte noch theoretisch geklärt werden, warum die Verhaltenssteuerung unter den Evolutionsgrößen eine Sonderstellung einnimmt und mit welcher Begründung wir diese Größe zur Grundlage des evolutionären Fortschritts machen wollen. – Die Besonderheit der Verhaltenssteuerung gegenüber allen anderen Evolutionsgrößen besteht darin, dass sie als einzige Anpassungsgröße während der gesamten Dauer der Evolutionsgeschichte entstanden ist und unmittelbar von der objektiven Struktur der Umwelt in die Organismen hineingetragen wurde. Während alle bekannten biotischen und abiotischen Umweltfaktoren von relativ kurzer Dauer waren und/oder nur in einer bestimmten Lokalität wirkten, brauchte die Struktur der Umwelt die volle Länge und sämtliche ökologische Nischen der Evolution, um sich als globaler und langfristiger Umweltfaktor voll durchzusetzen. Bezüglich der Struktur der Umwelt waren also alle biologischen Organismen im Dauerzustand der Unangepasstheit, d. h. sie mussten sich permanent an diesen konstanten Umweltfaktor anpassen und jede Selektionsentscheidung war zugleich ein Kampf um die korrekte Abbildung der Struktur der Umwelt ins Verhaltenssteuerungsorgan ‚Gehirn‘.

Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass die überwiegende Mehrheit der Biologen und Philosophen unserer Zeit nicht an einen Fortschritt in der Darwinschen Evolution glaubt [1]. Sie geht von der Annahme aus, dass ein absolutes, objektives Maß für den evolutionären Fortschritt deshalb fehlt, weil alle bekannten biotischen und abiotischen Umweltfaktoren lokal und zufällig sind und global und langfristig die Herausbildung progressiver Strukturen und Funktionen nicht erlauben. Folglich kann der Selektionsdruck, der von diesen Umweltfaktoren ausgeht, nur zu einer zufälligen Artenvielfalt führen. Hätte die Evolution die Mög-

lichkeit, sich zu wiederholen, so würde sie sicher eine ganz andere Artenvielfalt hervorbringen als die, die heute auf der Erde existiert.

Zu dieser Mehrheitsmeinung der Biologen und Philosophen unserer Zeit wäre zu bemerken, dass sie nicht im Gegensatz zu der von uns dargelegten Ansicht steht. Auch wir nehmen an, dass alle bekannten biotischen und abiotischen Umweltfaktoren – bis auf die Struktur der Umwelt – lokal und kurzfristig sind und deshalb nur zu einer zufälligen Artenvielfalt führen können. Wir nehmen aber ferner an, dass dieser zufälligen Evolution eine notwendige und eindeutige Evolution überlagert sein könnte, die von der Struktur der Umwelt ausgeht. Obwohl es in der Evolution der Nervensysteme und Gehirne *kurzfristig gesehen* immer drei Alternativen gab [4] – Zunahme, Gleichbleiben oder Abnahme der strukturellen Komplexität –, könnte die Struktur der Umwelt *langfristig gesehen* alle anderen Umweltfaktoren dominiert haben und insgesamt zu einer notwendigen und eindeutigen Zunahme der Komplexität führen. Um diesen Langzeit-trend festzustellen, müsste allerdings die Evolution der Verhaltenssteuerung nicht für einzelne Arten bestimmt werden, sondern kollektiv über viele biologische Familien und Gattungen hinweg, damit alle lokalen und kurzfristigen Umweltfaktoren ausgeschlossen sind. – Hätte die Evolution die Möglichkeit, sich auf der Erde oder auf irgendeinem anderen Planeten zu wiederholen, so würde sie in der Tat eine ganz andere Artenvielfalt hervorbringen als die, die heute auf der Erde existiert. Bezüglich der Evolution der Verhaltenssteuerung würde sie aber wahrscheinlich wieder zum gleichen Gesamt- und Teilmodell (Abb. 1 und 2) führen wie bei der bereits stattgefundenen Evolution auf der Erde.

Literatur

- [1] T. Shanahan, *Evolutionary Progress from Darwin to Dawkins*, Endeavour **23**, 171 (1999).
- [2] T. Dobzhansky, F. J. Ayala, G. L. Stebbins and J.W.Valentine, *Evolution*, San Francisco 1977.
- [3] H. Güveniş, *Simulation eines triebgesteuerten Agenten*, General Science Journal (2013), <http://gsjournal.net/Science-Journals/Essays/View/4875>
- [4] G. Roth and M. F. Wullimann, *Brain, Evolution, and Cognition*, New York 2000.