

VIDEO-Reihe

Der Mensch – Sprung aus der Evolution

Wie Bewußtheit erstmals Selbst-Entwicklung ermöglicht

Teil 2

**Die Intelligenz des Gehirns
bleibt trotz Computervergleiches mysteriös**

Wieder begrüße ich hier alle Erkenntnishungrigen!

Wir konnten in Teil 1 dieser Reihe erkennen, daß sich das menschliche Gehirn neurophysiologisch seit gut 150 000 Jahren strukturell und systemisch nicht entscheidend geändert haben kann. Trotzdem ist unser Gehirn zu den phantastischen Kognitionssprüngen der letzten 10 000 Jahre fähig gewesen und erbringt permanent neue Kognitionsstufen; so allein in den letzten Jahrzehnten: die DNA-Entschlüsselung, das World Wide Web, die Genschere Crispr/Cas9, genetisch designte Vakzine, die Digitalisierung von Produktion und Leben – wahrlich eine permanente Kognitionsrevolution. Wie schafft das menschliche Gehirn das? Schließlich verlangt die digitale Verarbeitung der Information von heute eine radikal andere Denkform als die analoge der Jahrhunderte davor; entsprechend absolut veränderlich müssen Denkprozesse sein.

Der maßgebliche Teil der Hirnforschung versucht diese Frage zu beantworten, indem er den verschiedenen Regionen und Kernen des Gehirns die verschiedensten psychischen bzw. kognitiven Leistungen zuordnet. Für solche Erkenntnisse gibt es vor allem zwei Quellen: Einerseits die klinische Praxis aufgrund der unterschiedlichsten Läsionen des Gehirns durch Unfall und Krankheiten (Tumore, aber auch Epilepsie z. B.); andererseits die verschiedenen, bildgebenden Verfahren, die ihre Vor- und Nachteile in der zeitlichen oder räumlichen Auflösung haben (wie die Elektroenzephalographie EEG zur elektrischen Aktivität der Hirnrinde, die Magnetresonanztomographie MRT oder Kernspintomografie zur Hirnstruktur, die funktionelle Magnetreso-

nanztomographie fMRT und die Positronen-Emissions-Tomographie PET zur Gehirnaktivität). Ähnliches gilt vor allem für das limbische System, wo verschiedene Neurotransmitter produziert werden, die wiederum verschiedene, psychische Zustände bewirken (z. B. Angstzustände durch die Amygdala). – Vor allem aber erlauben all diese Untersuchungsmethoden lediglich allgemeinste Aussagen über komplexe Kognitionsvorgänge anhand makroskopisch großer Hirnbereiche (sind also die oberste Untersuchungsebene). Dieser bisher bevorzugten Vorgehensweise der Hirnforschung entspricht die Überzeugung, allein mit möglichst handfesten Sachverhalten, sei einem wissenschaftlichen Verständnis genüge getan.

Tatsächlich behandelt man die verschiedensten, besagten Regionen des Gehirns lediglich wie Black boxes, die sich erfahrungsgemäß für bestimmte, kognitive Leistungen als zuständig erweisen – irritierender Weise meist noch für mehrere. Nicht zuletzt Prof. Gerhard Roth beeindruckt das Laienpublikum, wenn er einen lateinischen Namen nach dem andern für die zahlreich identifizierten, spezifischen Hirnstrukturen auflistet und dazu die diversen, psychischen Funktionen: so z. B. die retikuläre Formation zuständig für lebenswichtige Körperfunktionen wie Blutkreislauf, Atmung usw.; der Epithalamus mit Epiphyse (die Zirbeldrüse) für den Schlaf-Wach-Rhythmus; Teile der subcorticalen Strukturen wie Corpus striatum (der Streifenkörper) und Globus pallidus (der bleiche Körper) als Ort der Speicherung von Automatismen und Gewohnheiten und natürlich der Cortex cerebri (die Großhirnrinde) als Ort für sensorische, kognitiv-assoziative und motorische Funktionen. Was sagen uns diese Kenntnisse darüber, wie diese funktionellen Leistungen gewonnen werden? – Absolut nichts. – Daß also die Hirnforscher auf diese grobschlächlige Weise genau das zudecken, worauf es eigentlich ankäme – nämlich die Art und Weise der neuronalen Prozesse, die sich dort im Mikrokosmos abspielen –, wird von ihnen kaum problematisiert.

Prof. Roth und viele seiner Kollegen geben vor, ein komplexes System zu erklären, als ob sie bei einem Automobil auf dessen Motorblock für die Kraftentfaltung hinwiesen, auf die Lichtmaschine für die Stromproduktion, die Batterie für die Stromspeicherung, den Verteiler für den Kolbentakt, das Getriebe für die Kraft-Übersetzung usw.– ohne im geringsten erklären zu können, wie ein Verbrennungsmotor, wie ein Elektromotor, wie eine Trennung elektrischer Ladungen, wie eine periodische Zündung und wie Differentialzahnräder überhaupt funktionieren. In völlig analoger Manier, verdrängen alle etablierten Hirnforscher

ständig, daß ihr tautologisch wirkender Lokalisationismus der Hirnfunktionen – im Prinzip immer noch auf der vulgärmaterialistischen Erklärungsstufe der Phrenologie des 19. Jahrhunderts – zum wichtigsten Problem keinerlei Aussage macht: Wie prozessieren die Milliarden Neuronen miteinander, welche großen Systeme entstehen dabei, wie werden daraus zumindest die elementaren, kognitiven Leistungen der einfachen Wahrnehmung, dann des Gedächtnisses gewonnen?

Kurz: Die moderne Hirnforschung hat bis heute rein gar nichts von den grundlegenden Prozessen und Systemen des tierischen Gehirns verstanden – geschweige denn des menschlichen. Sie befindet sich immer noch in den Anfangsstadien der Neuro-Wissenschaft: Sie untersucht und beschreibt – aber sie vermag nichts Erhellendes zu bieten. Denn sie weiß über das Geschehen auf der berückichtigten, mittleren Ebene so gut wie nichts. – Dabei hat sie auf der untersten Ebene die elementare Einheit schon seit längerem sehr genau erforscht: das Neuron. Doch ziehen die bekannten Hirnforscher aus den Funktionseigenschaften jedes Neurons keinerlei weitreichende Schlüsse – obwohl die auf der Hand liegen.

Machen wir uns statt ihrer an diese wegweisende Aufgabe. (Natürlich kann es im folgenden nur um die elementarsten Strukturen und Prinzipien gehen, nicht um die vielen Feinheiten, da ich hier kein Lehrbuch vortrage, es vielmehr um fundamentale Problemstellungen geht.): Die Nervenzellen des Gehirns, die Neuronen – nach neuesten Berechnungen ca. 86 Milliarden, sind die entscheidende Funktionseinheit, welche allen psychischen Prozessen und kognitiven Leistungen zugrundeliegt. (Die sie stützenden und ihnen dienenden Gliazellen machen etwa das Doppelte aus). – Wie Neuronen prozessieren, muß daher grundlegend verstanden werden. Die charakteristische Prozeßweise der Neuronen zunächst im Gehirn eines höheren Tieres ergibt sich aus ihrem dreiteiligen Aufbau: Da sind vor allem sehr viele Dendriten zur elektrischen oder chemischen Erregungsaufnahme von verschiedenen Neuronen, zweitens ein Zellkörper zu deren Gewichtung und schließlich mehrere langfaserige Axonfortsätze zur Weiterleitung des Signalresultats an mehrere, andere Neurone bzw. deren Dendriten. Die Übertragung von Signalen erfolgt chemisch über synaptische Spalte an den Axonfortsätzen zu den Dendriten anderer Neurone.

An dieser Stelle wird schon klar, daß es sich bei der Signalübertragung zwischen Neuronen keinesfalls um feste Verknüpfungen oder Verdrahtungen oder Knoten wie in einem elektronischen oder sonstigen, tech-

nischen Netzwerk handelt. Das aber ist bei weitem nicht der einzige Unterschied. In der Elektronik bleibt ein fixes Signal die Information einer Leitung. Die Pyramidenzellen und Interneurone des Cortex, um die es uns bei höheren kognitiven Leistungen vor allem gehen wird, nehmen aber über 10- bis 20 000 Dendriten Signale in Form von unterschiedlich starken elektrischen Impulsen oder Aktionspotentialen auf. Diese werden vom Zellkörper entweder bis zu einem Schwellenwert aufaddiert, so daß eine Übertragung über die Axonfortsätze an bis zu zehn verschiedene, andere Neurone erfolgt; oder der Schwellenwert wird nicht erreicht und die übertragende Synapse bleibt stumm. Zudem ist eine Art Hierarchisierung auszumachen, da stets von sehr vielen Neuronen verschiedene Signale aufgenommen werden, aber nur ein bestimmtes an wenige Neuronen weitergeleitet wird.

Das bedeutet: Im krassen Gegensatz zur Elektronik, wo ein bestimmtes Signal zwar verarbeitet werden kann, aber seine eindeutige Identität sich nie ändert, können die tausende Aktionspotentiale, die ein Neuron über seine Dendriten aufnimmt, ständig variieren: und zwar von Null bis weit über den Schwellenwert hinaus. (All das gilt zudem sowohl für erregende wie hemmende Synapsen.) Diese starke Veränderungsmöglichkeit der Signale bewirkt wiederum eine Stärkung oder Schwächung der Postsynapsen – die sogenannte: Bahnung. Bei andauernder Inaktivität können Synapsen und Neurone absterben oder notwendige Schwellenwerte zur Auslösung der Übertragung stark erhöht oder gesenkt werden. Man nennt dies synaptische Plastizität; sie ist allerdings viel zu träge, um die kurzzeitig äußerst variable Kognitionsleistung selbst von Tieren zu erklären. – Trotzdem: Sowohl Signalstärke und damit Informationsgewicht wie Übertragungsweg eines bestimmten Neurons sind von Null bis zur äußersten Stärke total flexibel – in deutlicher Differenz zur immer gleichen Verarbeitung gleicher Informationen eines elektronischen Netzwerkes.

Nun spielt das einzelne Neuron für die Prozeßweise des Gehirns kaum eine Rolle, vielmehr werden qualitative Eigenschaften durch das Zusammenwirken sehr vieler Neurone erfaßt. Man spricht bei hunderten, tausenden, ja hundertausenden von Neuronen, die zusammenwirken von neuronalen Mustern, die zunächst einzelne Qualitäten der Außenwelt wie Kanten, Texturen, Helligkeit, Bewegung usw. in den sensorischen Arealen des Neocortex anzeigen. Mit dem Neocortex wuchs bei den höheren Tieren der Assoziationscortex, der diese Teilrezeptionen integriert und synchronisiert. (Wir müssen beim Menschen darauf näher eingehen.) Im klaren Gegensatz zur elektronischen Daten-

verarbeitung werden also Qualitätseigenschaften nicht numerisch erfaßt, sondern direkt als die Qualität neuronaler Muster. Vor allem aber steht nicht wie beim Computer mit dem Erfassen der quantifizierten Daten das Ergebnis im Grunde bereits fest, weil es nach einem vorgegebenen Algorithmus errechnet würde. Ganz im Gegenteil: Um einer hochkomplexen Außenwelt aus vielen Einzelkomponenten gerecht zu werden, die alle aufeinander einwirkend in ständiger Veränderung begriffen sind, müssen analog entsprechend viele, ständig variierende, neuronale Muster untereinander in Wechselwirkung stehen. Statt eindeutiger, exakt errechneter Resultate haben wir also die probabilistischen Muster eines hyperkomplexen Neuralsystems vor uns, das ständig Gefahr läuft, ins Chaos zu kippen und tatsächlich auch ständig kurze Chaosphasen durchläuft. – Wie aber gelangt ein solch hyperkomplexes System zu einer stabilen, funktionsgerechten Erfassung der Außenwelt und gar zu effizienten, kognitiven Leistungen?

Bevor ich die einzig mögliche, dieses große Rätsel lösende Antwort gebe, noch einige weitere, konkrete Angaben, die die Größe der Aufgabe verdeutlichen: Im Großhirn, das uns im weiteren vor allem interessieren muß, sind die Neuronen besonders klein und dicht gepackt. Ein einziger Kubikmillimeter des Großhirns besitzt ca. 90 000 Neurone, wovon jedes in der Sekunde bis zu 500 Impulse abfeuert. Jedes dieser Neurone nimmt über seine Dendriten rund 10 000 verschieden starke Impulse auf und leitet sie an bis zu zehn andere Neurone weiter, die in gleicher Weise aktiv sind. Wenn nun tausende Neurone als variable, neuronale Muster einzelne, ebenso variable Qualitätseigenschaften der Außenwelt oder eine kognitive Funktion generieren und mit dutzenden anderer, neuronaler Muster in Wechselwirkung stehen, dann haben wir es auf keinen Fall mit numerischen Rechenprozessen nach formallogischen Algorithmen zu tun, die fixen Schaltplänen unterliegen. Wir haben es – ich betone: analog zum Charakter der zu erfassenden Wirklichkeit – mit einem hyperkomplexen Prozeß zu tun, der nichtlinear oft exponentiell verläuft und daher ständig Bifurkations- also Verzweigungspunkte generiert, die zufällig mal so oder so realisiert werden. – Auch die hyperkomplexen Neuralprozesse von ständig veränderten, neuronalen Mustern sind also prinzipiell in ihren Resultaten weder berechenbar noch exakt vorhersehbar – dafür aber zu jeder kreativen Wendung fähig.

Die meisten Hirnforscher – so auch der bekannte Prof. Stanislas Dehaene – sprechen nichtsdestotrotz immer noch von neuronalen Mechanismen, vergleichen mehr oder minder ausdrücklich das Gehirn mit der

numerischen Datenverarbeitung eines Computers oder einem technischen Netzwerk. Und ebenso an prominenter Stelle der Hirnmechaniker Prof. Gerhard Roth, der u. a. notorisch folgende Formulierungen verwendet, wie: „sehr komplexe Verdrahtung“, oder: „unbewusste und intuitive Verarbeitungsmechanismen“, oder: „weist der Cortex ein Verknüpfungsmuster auf“, oder: „dieses Verschaltungsprinzip wiederholt sich ... auf der jeweils höheren Ebene“, oder: die Fähigkeit der corticalen Netzwerke, sich schnell umzuverknüpfen“ usw. usf. (alle Zitate aus seinem Buch: Wie das Gehirn die Seele macht S. 235 - 269). – Wir aber haben erfahren, daß das Gehirn keinerlei Mechanismen aufweist, keine Verdrahtung und Verknüpfung, keine Verschaltungen und Netzwerke, die eine rechnerische Informationsverarbeitung erlauben würden. Stattdessen fanden wir lauter veränderliche Komponenten vor – Zellkörper, Dendriten, Synapsen usw. –, deren Impuls-Muster alle untereinander wechselwirken und daher tendenziell chaotische, nicht prognostizierbare Prozesse ergeben.

Zu unserem Glück kennen wir in unserer Umwelt eine Menge Prozeßsysteme, die ebenfalls mehr oder minder komplex sind, unprognostizierbar, immer wieder in chaotische Phasen geraten – und dennoch selbstorganisierend Strukturen und Ordnungszustände hervorbringen. Ja, wenn wir genau hinsehen, besteht der Großteil belebter und unbelebter Natur und erst recht unsere soziale Umwelt aus lauter komplexen Systemen. Nur die Ideologen einer dominant kausallogischen Wissenschaft verbreiten den Eindruck, daß im Prinzip die Welt von oben bis unten exakt erfaßbar und berechenbar wäre – weil Raketen präzise zum Mars fliegen und Milliarden gleichzeitige Telefongespräche ohne Chaos abgewickelt werden können. Nehmen wir nur das alltäglichste Beispiel von Wetter und Klima, die uns die Einheit von Periodizität und Vorhersehbarkeit einerseits mit chaotischen Phänomenen und Überraschungen andererseits ständig demonstrieren. Scheinbar rein chaotische Wettervorgänge bringen selbstregulierend charakteristische, wenn auch unerfreuliche Ordnungszustände hervor, wie Hurrikane oder Tornados. Gleiches gilt für die Wirtschafts- und auch die Gesellschaftsentwicklung: Auf mehr oder minder lange Phasen des Aufschwungs erfolgt periodisch eine Depression oder gar Rezession bzw. auf Stabilität Aufruhr. Aber wann und wodurch ist nicht vorhersehbar. Während der Ontogenese des embryonalen und frühkindlichen Gehirns wird eine Überzahl an Neuronen regellos gebildet – um unter dem selektierenden Einfluß der Außenwelt selbstregulativ seine funktionelle, phänotypische Ordnung zu finden.

Wir sollten zudem nie vergessen: Die Elementarteilchen aus denen sich der gesamte Kosmos bis hin zum Leben entwickelte – Quarks und Elektronen, die wiederum Neutronen, Protonen und damit Atome bilden – gehen aus rein zufälligen Quantenprozessen des Urknalls hervor. Die verschiedensten Ordnungszustände, die aus allen möglichen chaotischen und Zufalls-Prozessen hervorgehen – wie Wasserstoffwolken, hydrothermalen Quellen, Vulkanausbrüchen, soziale Revolutionen usf. –, nennt man mathematisch Attraktoren: Das sind mehr oder minder stabile Zustände, auf die Chaosprozesse sich hin formieren. – Und genau mit solchen ordnungs- und strukturbildenden Prozessen haben wir es bei den hochkomplexen Wechselwirkungsprozessen zwischen den verschiedensten, neuronalen Mustern zu tun.

Natürlich finden diese latent chaotischen Prozesse neuronaler Muster innerhalb ganz spezifischer, neurophysiologischer Strukturen statt – angefangen bei den multisensorischen Arealen des Neocortex bis zum Thalamus, der lebenserhaltende Funktionen sichert und dem limbischen System das Instinkte garantiert, ja auch an Intelligenz beteiligt ist usw. Natürlich schreibt ebenso die genetisch bedingte, spezifische Konnektivität – bestehend aus den Projektions-, Kommissuren- und Assoziationsbahnen – gewisse Prozeßabläufe vor. Auch sind die Neuronentypen, die Neuronenschichtung und die modulierenden Neurotransmitter je nach Hirnregion oder Neuronenkerne spezifisch optimiert – schließlich sollen alle neurophysiologischen Groß- und Feinstrukturen einer Funktion wie jeweils des Sehens, des Hörens, des Tastens, der Aufmerksamkeit, des kurzzeitigen Erinnerns, der Empathiefähigkeit usw. dienen. Aber das heißt noch lange nicht, daß alle feststehenden, neurophysiologischen Strukturen fähig wären, jede mögliche Variante des kognitiven Verhaltens höherer Tiere zu errechnen. Schon einfachste Wahrnehmungen, Instinkte und Reflexe fallen bei den gleichen Tieren in der gleichen Situation nicht exakt gleich aus. – Wir werden bald verstehen, warum auch individuell-genetische Unterschiede der Gehirne die tatsächliche, extrem variierende Flexibilität in Verhalten und Kognition bei Tieren nicht erklären können.

Denn ausschlaggebend für die mehr oder minder große Flexibilität und Variabilität aller kognitiven Leistungen sind die neuronalen Selbstregulationssysteme, die durch die ständige Wechselwirkung von Abermillionen neuronaler Muster unter 14 Milliarden Neurone des Großhirns entstehen. Die fixen, neurophysiologischen Strukturen sind für neuronale Muster zwar das notwendige Gerüst, die stoffliche Voraussetzung und der richtungsgebende Rahmen; es sind aber die beliebig flexiblen

Impuls-Muster, die schon beim höheren Tier nicht nur bei neuen, sondern schon in gleichen Situationen Verhaltens- und Kognitionsvariationen ermöglichen. Wir müssen uns klar machen: Das Gehirn eines intelligenteren Tieres evolvierte in einem biologischen Selbstorganisationsprozeß in Jahrtausenden so, daß es optimiert auf die Umwelt zunehmend differenzierter reagieren konnte. Diese Umwelt ist hyperkomplex, verändert ständig verschiedenste Konstellationen und Möglichkeiten. Zumindest temporär fixe Nervenfasern, Zellkörper, Dendriten, Axone und sogar ihre Synapsen könnten jedoch, in welcher Aktivkombination auch immer, die schnellen Situationssprünge in der Umwelt weder erfassen noch das dementsprechende, flexible Verhalten generieren. Das vermag einzig und allein ein System, das analog komplex und veränderlich ist. Jetzt wird vielleicht verständlich: Es handelt sich dabei um das Neuronsystem sehr vieler, unterschiedlich großer Muster aus Aktionspotentialen vieler, verschiedener Neurone, die in Millisekunden probabilistisch variieren und untereinander wechselwirken.

Da bei der Wahrnehmung eines Baumes etwa die Aufmerksamkeit je nach kognitiver Situation sich auf diese oder jene Eigenschaft fokussiert, muß aus einem relativ unbestimmten Muster der genauere oder sehr bestimmte Musterattraktor eines Astes, der Blätter oder des Stammes werden. Wie gelingt dies, da der Ast schwankt, die Blätter mal dichter mal lichter sind und der Stamm eine mal lose, mal feste Rinde aufweist? Entsprechend variabel und flexibel müssen die Muster sein – und gleichzeitig zur Lösung der kognitiven Aufgabe in Bruchteilen einer Sekunde eine stabile, praxistaugliche Attraktorform annehmen. Die Lösung des Problems besteht im optimierenden Evolvierungsprozeß von Impuls-Mustern im Gehirn, genauer: in der Einheit der Wechselwirkung zwischen Umwelt hier und dort den dazugehörigen, zunächst unbestimmten Impuls-Mustern mit deren Selbstregulations- und Selbstorganisationsprozeß. Aufgrund dieser permanenten Wechselwirkung und ihren vielen Verzweigungspunkten entstehen ebenso viele Möglichkeiten wie Notwendigkeiten, die untauglicheren Muster ungenutzt zu lassen, um schließlich den tauglichsten Musterattraktor gewissermaßen zu selektieren.

Im Prinzip ist damit das große Geheimnis der so phantastisch schnellen und effizienten Wahrnehmungs- und intelligenten Reaktionsfähigkeit höherer Tiere gelöst: Analog zur makroskopischen, biologischen Evolution findet im Gehirn auf mikroskopischer Ebene ein ähnlicher Mutations-Selektionsprozeß statt, der ausgehend von unten die jeweils angepaßtesten Ergebnisse sozusagen selektiert; nur handelt es sich im Ge-

hirn nicht um Organe oder Stoffe, sondern um Muster aus Aktionspotentialen. Deren ständig an der Basis in nichtlinearen Prozessen zufällig entstehende Varianten werden durch die gleichzeitige Wechselwirkung mit der Umwelt quasi selektiert und so optimiert. Noch so zahlreiche Konnektivitäten und noch so spezialisierte, neurophysiologische Strukturen allein, auch nicht Milliarden festsitzende Neurone und ihre Billionen Synapsen, würden die zu diesem blitzschnellen Evolvierungsprozeß notwendige, weitgehend unabhängige Flexibilität und Variabilität aufbringen – wie eben die Flüchtigkeit der Impuls-Muster, die ständig wechselwirkend evolvieren. (Von Computern gar nicht zu reden, die vorprogrammiert von oben statt von unten und primär numerisch rechnen – sei ihre Kapazität noch so groß.)

Eine Kehrtwende ist verlangt: Fast die gesamte bisherige Hirnforschung befindet sich mit ihrem kausallogischen Ortsprinzip auf dem Holzweg: Die Lösung liegt im Verständnis des neuronalen Evolvierens von Kognition durch die Mutations-Selektionsprozesse hochflexibler, probabilistischer Impuls-Muster und der dabei entstehenden nichtlinearen, daher kreativen Selbstorganisationsysteme.

Das gleiche Grundprinzip des Evolvierens und Optimierens von Musterattraktoren gilt natürlich analog bei Erinnerungsprozessen – auch wenn Neurotransmitter hierbei eine herausragende Rolle spielen – wie bei Lern- und Erfahrungsprozessen sowie bei den Ansätzen zu reflexivem Denken bei höheren Tieren. (Es würde den Zeitrahmen sprengen, wollte ich jetzt näher darauf eingehen.)

Abschließend muß vor allem klargestellt werden, daß all diese kognitiven Prozesse bei höheren Tieren dominant unbewußt bleiben – wie ja auch beim Menschen 95 % aller kognitiven Leistungen unbewußt erbracht werden. Unbewußt bleiben all diese kognitiven Leistungen – angefangen von permanenten Wahrnehmungen über einfaches Lernen bis zu höheren, kognitiven Funktionen –, weil sie alle Resultate hochkomplexer und schnellster Evolvierungsprozesse sind. Kognitionsresultate treten als stabile Musterattraktoren nur kurz an die Reaktionsoberfläche, um sofort wieder in den nahezu chaotischen Malstrom der Basisprozesse probabilistischer Impuls-Muster einzutreten. (Sie werden nicht als potentielle Vorstellung verfügbar – so daß sie bewußt wären. Worauf der neue Systemzustand ‚bewußt zu sein‘ prozessual genau beruht, werden wir noch sehen.)

Im übernächsten, dem vierten Teil, werde ich versuchen darzulegen, wie das zunehmende Wachstum vor allem des Assoziationscortex und seine immer höheren, kognitiven Leistungen beim intelligentesten Tier – also bei Homo erectus – zu einem Systemsprung im Neuralsystem führt. Dieser Systemsprung wird als Bewußtheit des Menschen erlebt und erklärt erstmals die pure Potenz zur eigenständigen Kognitionsentwicklung. Bewußtheit – keine Wahrnehmung etwa –, blieb bis heute der Neurowissenschaft sogar als Phänomen ein Rätsel – vom Verständnis ihres neuronalen Systemcharakters und dessen Entstehen ganz zu schweigen.

Zunächst aber will ich im nächsten Teil dieser Reihe zeigen, daß der neuronale Systemsprung von Homo erectus zum Menschen sich bereits an den allgemeinsten, menschlichen Denkeigenschaften ablesen läßt.

Bis es soweit ist, ein herzliches Servus

Letzte Bearbeitung: Samstag, 28. August 2021