

Kolumnentitel: NATURWISSENSCHAFTLICHE PSYCHOLOGIE DER NEURONEN

Begründung einer naturwissenschaftlichen Psychologie
der neuronalen Entwicklungsphase des Lebens

Hans zur Oeveste
Universität Hamburg

Autorenhinweis

Hans zur Oeveste ist Privatdozent im Fachbereich Psychologie
der Universität Hamburg und Honorarprofessor für Psychologie
an der Fresenius University.

Korrespondenzadresse: Hans zur Oeveste, Wittenbergstr. 12,
D-22761 Hamburg.

Zusammenfassung

Mit der Evolution von Neuronen beginnt eine neue Organisation der Psyche, deren erste Stufe bildet der Erlebensrhythmus in Nervennetzen. Die zweite Stufe besteht in der bioelektrischen Auf- und Entladung von Ganglien, die zur Gedächtnisbildung führen und auf diesem Wege die Zeitpfeile des Erlebens (Zukunft und Vergangenheit) begründen.

Abstract

The evolution of neurons marks the beginning of a new psychological organization. First step is building a psychological rhythm in neuronal networks. Second step is founding a bioelectrical rhythm of leading ganglions, which are representing memory, including the two time-arrows: future and past.

Begründung einer naturwissenschaftlichen Psychologie der neuronalen Entwicklungsphase des Lebens

Ein verbreiteter Irrtum der modernen Naturwissenschaften besteht in der Annahme, dass Psyche prinzipiell auf Neuronen und deren Vernetzung aufbaut. Tatsächlich verfügen bereits einzellige Tiere, die gar keine neuronale Struktur aufweisen, über alle grundlegenden psychischen Funktionen. Psychisches Erleben muß also seine Basis in Teilstrukturen der einfachen Zelle haben. Zur Oeveste hat 2018 einen Ansatz vorgeschlagen, der von der elektronischen Organisation von Biomolekülen in der Zellmembran ausgeht, und fünf Axiome zur naturwissenschaftlichen Begründung einer präneuronalen Psychologie formuliert.

Axiom 1:

Elektrische und magnetische Kraft trennen sich im Laufe der physikalischen Evolution und erzeugen damit grundsätzlich seelisches Erleben in seiner Dualität

- a) als ein inneres Spannungserleben,
- b) als ein äußeres Raumerleben.

Axiom 2:

Die erlebte Spannung untergliedert sich in positiv erlebte Spannung (E+) und negativ erlebte Spannung (E-).

Axiom 3:

Der erlebte Raum unterteilt sich in einen Bewegungsraum und einen Gegenstandsraum.

Axiom 4:

Die Grundemotionen E+ und E- bilden sich durch die Summierung lokaler Wahrnehmungsqualitäten als Ausdruck der sensorischen Gesamterregung. Im Erleben entsteht somit ein psychischer, in der Zellmembran ein mechanischer Spannungsgradient.

Axiom 5:

Die psychischen Wahrnehmungsqualitäten (Qualia) entstehen durch unterschiedliche Quantenniveaus der elektronischen Energieverteilung in biochemischen Makromolekülen.

Die Bildung von Neuronen ist eine typische Erscheinung der Vielzelligkeit, weil Neuronen spezialisierte Zellen unter anderen sind. Die Dauer der Entwicklung von der einfachen Zelle zur Vielzelligkeit der Metazoen ist mit etwa drei Milliarden Jahren ungewöhnlich lang und die psychische Identität ist daher lange Zeit an die Funktion der Zellmembran gebunden.

Für die Entwicklung der Vielzelligkeit entsteht das Problem, einen Mechanismus zu finden, der eine psychische Identität unabhängig von der Membran der Einzeller begründet. Die psychische Identität muß von der einfachen Zelle gelöst und auf den Zellverband als Gesamtheit übertragen werden. Wie kann das geschehen? Man kann zur Erklärung die Hypothese aufstellen, dass der Mechanismus auf die Realisierung eines bioelektrischen Stromes in den lebendigen Systemen aufbaut. Dieser ist an die Funktion von Neuronen gebunden:

- a) als elektrische Ladung des Neuronenkörpers (Perikaryon),
- b) als Strom zwischen den Neuronen.

Damit wird das Neuron zum Träger der Psyche bei den Metazoen.

Die Anfänge bioelektrischer Ströme

Wir können davon ausgehen, dass sich das Leben in den Ur-Meeren der Erde entwickelt hat. Aufgrund der Sedimentation kontinentaler Platten waren in den Ozeanen Bestandteile von Mineralien (Graniten und Plutoniten) in Form von Ionen gelöst, aufgrund der Beschaffenheit der festen Erdkruste insbesondere der Elemente Kalium, Kalzium und Natrium, und zwar in wechselnder Konzentration.

Die osmotische Diffusionskraft führt zu einer Bewegung der Ionen durch die Zellmembran der frühen Einzeller, so dass diese sich an den Außenseiten der Zellmembran ungleich verteilen. Dadurch entsteht ein elektrischer Spannungsunterschied von -60 mV , das Ruhepotential (vgl. Abb. 1).

Etwa hier Abbildung 1 einfügen

Um das Leben der ersten Einzeller zu erhalten, musste ein Ausgleich des Konzentrationsgefälles zwischen den innen und außen gelösten Ionen geschaffen werden. Dies geschah dadurch, dass in die Membran spezifische Bio-Moleküle eingebaut wurden, die eine Kanalfunktion für die Ionen Ca^+ , K^+ und Na^+ hatten.

Von besonderer Bedeutung für das seelische Erleben ist nun, dass die organischen Kanalmoleküle als Rezeptoren

wirken. Transmittermoleküle verursachen nach den Mechanismen des Schlüssel-Schloss-Prinzips über eine organische Strukturveränderung ein direktes Öffnen bzw. Wiederschliessen der Kanäle.

Der Schlüssel-Schloss-Mechanismus spielt eine genuine Rolle bei der Erzeugung der Wahrnehmungsqualia. Er wird uns bei der Lösung des Rätsels dienen, wie die spezialisierten Nervenzellen im Innern des Organismus ohne direkten Kontakt zur Außenwelt Wahrnehmungserleben ermöglichen.

Elektrische Ladung der Zellmembran und Wahrnehmungsqualitäten

Wie steht die elektrische Ladung der Zellmembran in Zusammenhang mit den psychischen Wahrnehmungsqualitäten (Qualia)? Zur Oeveste (2018) hat ausgeführt, dass Wahrnehmungsqualitäten durch die räumliche Verteilung elektronischer Energie in organischen Makromolekülen begründet werden können (vgl. Axiom 5).

Die psychologische Ordnung der Wahrnehmungsqualitäten folgt in auffälliger Weise den Quantenzahlen, die der mathematische Ausdruck für unterschiedliche elektronische Energieniveaus z.B. auch der atomaren Hüllen sind, die die Basis für das Periodensystem der Elemente der Materie und ihrer chemischen Verbindungen bilden.

Wir können die Hypothese aufstellen, dass die stereochemische Veränderung organischer Makromoleküle auch zur Neuverteilung der elektronischen Energie führt. Eine solche stereochemische Veränderung wird durch Anlagerung von Molekülen an die Zellmembran nach dem Schlüssel-Schloss-

Prinzip ermöglicht. Wir dürfen das Prinzip der stereochemischen Passung durch die Überlegung erweitern, dass auch die elektrische Ladung der Ionen, indem diese sich an die biologischen Makromoleküle der Zellmembran anlagern, das Energieniveau der peripheren Elektronenverteilung sprunghaft verändern können. Durch elektrische Ladung der Zellmembran entstehen erlebbare Wahrnehmungsqualitäten nach Massgabe der Quantenzahlen. Dies geschieht dadurch, dass die Ionen Elektronen an die Oberfläche des Makromoleküls kurzfristig abgeben.

Die Quantenzahlen regulieren dabei die Anzahl der Elektronen, die von einem Makromolekül peripher aufgenommen werden können. Die Elektronenzahl steht in unmittelbarem Zusammenhang mit den Wahrnehmungsqualitäten. Den Quantenzahlen entsprechen die spezifischen Qualiazahlen (vgl. Tab. 1).

Etwa hier Tabelle 1 einfügen

Nach den Quantenzahlen geordnet ergibt sich, dass wir zwei körpernahe Sinne (mechanisch und thermisch) und zwei körperferne Sinne (akustisch und optisch) haben. Dazwischen liegt der chemische Sinn, der sich in eine körpernahe (gustatorisch) und eine körperferne Empfindung (olfaktorisch) aufteilt.

Etwa hier Abbildung 2 einfügen

Neuronen und deren Vernetzung als Träger der Erlebensspannung

Nachdem wir dargestellt haben, wie elektrische Ladung im Zusammenhang mit der Generierung von Wahrnehmungsqualitäten steht, wenden wir uns nun der psychischen Funktion des Neurons zu. Die Neuronen bestehen aus einem Zellkörper (dem Perikaryon) und aus Fortsätzen (Axonen). Nach der Anzahl der Fortsätze unterscheidet man uni-, bi- und multipolare Neuronen.

Unipolare Neuronen haben nur einen Ausläufer und dienen vor allem der Wahrnehmung (z.B. in der Riechschleimhaut und Netzhaut der Wirbeltiere). Hier wird interessanterweise noch das alte Prinzip der Zellmembran-Reizung als unmittelbare Umsetzung in Erleben (vgl. zur Oeveste 2018) verwirklicht.

Bipolare Zellen verfügen über zwei einander gegenüberliegende Fortsätze. Aus ihnen werden Nervennetze aufgebaut, die die ersten Träger seelischen Erlebens bei den Vielzellern sind.

Multipolare Neuronen haben mehrere Fortsätze (Axone und Dendriten). Sie sind die am höchsten entwickelte Form und damit Grundlage für komplexere psychische Organisationen (vgl. Abb. 3).

Etwa hier Abbildung 3 einfügen

Beim Einzeller entwickelt sich die Gesamtspannung des Erlebens über die psychische Erregung der Membran und entspricht hier der mechanischen Spannung (vgl. Axiom 4).

Beim Vielzeller muss die psychische Gesamtspannung von der Membran der einzelnen Zellen auf den gesamten mehrzelligen Körper übertragen werden. Zu diesem Zweck hat die Evolution das neuronale Netz entwickelt. Die Erfindung des Neurons (Zelle mit weiterleitendem Fortsatz) dient schließlich diesem Zweck genau. Die psychologische Notwendigkeit des Aufbaus einer inneren Gesamtspannung ist der Schlüssel zum Verständnis der Entwicklung des Neurons.

Der physikalische Ursprung seelischen Erlebens, die Aufspaltung des elektromagnetischen Feldes in erlebte singuläre Subjekt-Spannung und diversifizierenden Raum (vgl. Axiom 1) wird bei den Vielzellern (Metazoen) durch die Erfindung der Neuronen und ihre netzartige Verbindung realisiert. Sie ist die Grundlage der Trennung des Erlebens von "innen" und "außen", d.h. auch von Wahrnehmung der Realität und subjektiver Emotion. Indem die Emotion die Energie für die Bewegung zur Verfügung stellt (Freud) ist sie ebenso die Grundlage für die Trennung von Wahrnehmung und Bewegung, die für die allgemeine Psychologie so bedeutsame Senso-Motorik.

Die durch ein Nervennetz aufgebaute seelische Grundspannung setzt sich bis in die höchste neuronale Organisation des menschlichen Gehirns fort. Die *Formatio reticularis* in der *Medulla oblongata* des Hirnstamms verfügt über eine solche Netzstruktur und kann als das evolutionäre Erbe früher Nervennetze angesehen werden. Sie ist nach den Ergebnissen

moderner neurologischer Hirnforschung anatomisch und physiologisch der Ursprungsort des menschlichen Erlebens, sowohl in seinen emotionalen Grundlagen der subjektiven Wahrnehmung (Panksepp, 1998; Solms & Turnbull, 2004) als auch des Bewusstseins mit seinen höheren kognitiven Funktionen. Das Bewusstsein des Menschen wird durch die *Formatio reticularis* reguliert (Luria, 1992; Damasio, 1999, 2010).

Zusammenfassend lässt sich sagen:

1. Die Membran des Zellkörpers des Neurons (Perikaryon) erzeugt die Qualitäten der Wahrnehmungsfunktion, d.h. einem bestimmten Punkt des erlebten Raumes wird eine Wahrnehmungsqualität zugeordnet.
2. Beim Einzeller ist die Zellmembran für die Bildung einer Gesamtspannung des Erlebens verantwortlich, die sich durch "innere" Trennung der elektromagnetischen Kraft in räumliche Erlebensspannung und subjektive Bewegungsspannung untergliedern lässt.
3. Bei Vielzellern (Metazoen) muss sich zur Erzeugung einer seelischen Gesamtspannung, die zur Erhaltung der psychischen Identität notwendig ist, die elektromagnetische Energie auf den ganzen Körper verteilen. Dies geschieht durch Nervennetze, die alle Perikaryen der Neuronen durch Fortsätze (Axone und Dendriten) miteinander verbinden.

Nervennetze als frühe Basis seelischen Erlebens bei Metazoen

Die miteinander verbundenen Zellkörper von Neuronen sind die Träger der psychischen Funktionen vielzelliger Lebens. In ihrer Gesamtheit regulieren sie die Spannung, die sich psychologisch in "subjektive" Emotionsenergie und "objektive" Wahrnehmungsenergie aufspaltet. Damit wird das Axiom der grundsätzlichen Spaltung physikalischer elektromagnetischer Energie in zwei Formen psychischer Energie aufrecht erhalten. Eine Erweiterung besteht darin, dass die elektromagnetische Energie jetzt nicht mehr nur durch die elektrische Spannung an der Oberfläche der Zellmembran repräsentiert wird, sondern durch die gesamte elektrische Spannung des Nervennetzes. Die Fortsätze der neuronalen Zellkörper haben selbst keine psychische Funktion. Sie dienen lediglich der Weiterleitung der elektrischen Ladung zwischen den Perikaryen.

Die frühen Metazoen in der Evolution (Schwämme, Polypen, Medusen) verfügen lediglich über ein Nervennetz, das die elektromagnetische Energie über den gesamten Körper diffus verteilt. Doch schon bald kommt es zur Konzentration bestimmter Bezirke des Nervennetzes zu Ganglien und weiter zu Gehirnen, die ihrerseits die Ganglien in spezifischer Form verbinden. Auf diesem Wege differenzieren sich auch wahrnehmungserzeugende und bewegungssteuernde Gangliensysteme. Die spannungsübertragenden Fortsätze finden sich zu spezifischen Leitungsbündeln zusammen, die der Energieübertragung zwischen den Gangliensystemen eine Richtung geben.

Wenden wir uns jetzt der Erklärung einer weiteren Funktion zu, nämlich dem Informationstransport von der Peripherie des vielzelligen Organismus in sein Inneres. Neuronen, die ein elektrisches Membranpotential aufbauen, werden bei den Vielzellern zu den typischen Spezialisten psychischer Funktionen. Da die Psyche nach dem Mechanismus der grundsätzlichen Trennung von elektrischer und magnetischer Energie in Erleben von Grundemotionen und Raum auch im vielzelligen Organismus eine Identität erzeugt, müssen die Neuronen miteinander in Verbindung treten. Axone leiten elektrische Ladungspotentiale weiter, die der Verteilung der elektrischen Spannung zwischen den Neuronen dienen, die von Anfang an ein Netz bilden. Man kann formulieren: ohne interaktives Neuronennetz keine Vielzelligkeit. Die Bildung eines Nervennetzes ist die wichtigste Voraussetzung für den entscheidenden Entwicklungsschritt von den Einzellern zu den Metazoen.

Warum ist das so? Welche Bedeutung hat die Bildung des Nervennetzes für die Psyche? Die Nervennetze der Metazoen bilden einerseits die psychischen Grundemotionen ab. Sie stiften in diesem Sinne psychische Identität und geben der Bewegung des Organismus eine seelische Richtung. Dass die seelische Bewegungsrichtung sich nicht einfach aus den physikalischen Bewegungsgesetzen und damit auch nicht aus dem Gefälle von physikalisch definierten Stoff-Gradienten herleiten lässt, hat zur Oeveste (2018) begründet. Mit dem Entstehen einer inneren seelischen Energie (der Emotionalität)

ist zugleich das psychologisch davon getrennte Raumerleben verbunden. Dieser Raum wird als Bewegungs- und Wahrnehmungsraum erlebt. Wie bei der einfachen Zelle elektronische Prozesse in der Membran Identität und Grundemotionen steuern, so übernimmt bei den frühen Metazoen das Nervennetz diese Funktion (vgl. Abb. 4).

Etwa hier Abbildung 4 einfügen

Durch die Wahrnehmung an der Peripherie wird im Netz eine globale Spannung aufgebaut, die sich in Bewegung umsetzt. Psychologisch gesehen übernimmt das Nervennetz als neuer Träger psychischer Dynamik anstelle der Membran der einfachen Zelle die Funktion der "inneren Spaltung" des Psychischen. Der elektrische Spannungs-Gesamtzustand wird einerseits als Bewegungsspannung mit einer emotionalen Grundrichtung erlebt, andererseits als Wahrnehmungsraum, in dem sich die Wahrnehmungs-Qualitäten dispers verteilen.

Die durch die Qualia der Wahrnehmung in den Axonen erzeugte elektrische Energie fließt ins Nervennetz und gibt der Bewegung des Körpers eine psychologische Richtung. Im Netz setzt sich die Wahrnehmungsenergie in Bewegungsenergie um. Die Bewegung geschieht längs eines Gradienten, der seine Richtung (positiv versus negativ) aus der Summierungsqualität Wahrnehmungsqualitäten erfährt und als Grundemotion erlebt

wird.

Die Grundemotion bildet die erste Form einer Identität, d.h. die psychologische Grundform des Ichs. Panksepp (1998) hat hierfür das Akronym SELF geprägt: Simply Egolike Life Form. Durch ihre psychologische Richtung repräsentiert die Gesamtbewegung das gefühlsmäßige Selbsterleben in positiver oder negativer Qualität entsprechend des Wahrnehmungs-Energiegradienten.

Das diffuse Nervennetz ist also die erste Form der neuronalen Repräsentation der Psyche der Vielzeller. Bei den Polypen (eine einfache und frühe Form der radial gebauten Coelenteraten) sind spezielle Sinnesorgane mit entsprechenden Reizaufnahme-Apparaten noch nicht vorhanden. Trotzdem reagieren sie auf mechanische, chemische, elektrische, optische und kalorische Reize.

Wenn wir auf die Psyche der Einzeller zurückblicken, bezieht sich die sensorische Diversivität ausschließlich auf die Membran und wird als Raum der Zelle erlebt. Es gibt keinen weiteren Erlebnisraum, der außerhalb der Zellmembran repräsentiert wird. Bei den Vielzellern bildet sich ein erweiterter Erlebnisraum. Die Neuronen in ihrer Gesamtheit, also das neuronale Netz, repräsentieren den Erlebnisraum des Körpers oder einfacher den Körperraum. Das Perikaryon des Neurons übernimmt dabei, wie in der einfachen Zelle die Membran, die Erzeugung der Wahrnehmungs-Qualität durch stereochemische Veränderung biologischer Moleküle. Verteilt über das Nervennetz werden die

Wahrnehmungsqualia jetzt als Qualitäten in einem einheitlichen Körperraum erlebt (vgl. Tab. 2). Die psychologische Wahrnehmungsfunktion geht damit auf die einzelnen Neuronen des Nervennetzes über. Wie funktioniert das?

Etwa hier Tabelle 2 einfügen

Sensorische und motorische Funktionen im Nervennetz

Primäre Sinneszellen sitzen mit einer freien Nervenendung im Zellgewebe der Oberfläche von Metazoen. Diese dienen der Reizaufnahme, die zum Perikaryon weitergeleitet wird. Der physikalische Reiz wird zunächst in elektrische Impulse umgesetzt. Der Zellkörper ist der Ort, an dem die Impulse in spezifische Erlebensformen übersetzt werden (vgl. Abb. 5). Dies geschieht, wie wir ausgeführt haben, dadurch dass biochemische Makromoleküle unterschiedliche Energiezustände annehmen, die sich sprunghaft verändern und so Erlebensqualitäten unmittelbar generieren (Axiom 5).

Etwa hier Abbildung 5 einfügen

Wenn die Reizintensität stark genug ist, kommt es zu einer Depolarisierung der Membran des Zellkörpers und

der Reiz wird über ein Axon weitergeleitet. Er trägt damit zum globalen Spannungsaufbau im neuronalen Netz bei. Die Spannung setzt sich in Grundemotionen um, die der Bewegung eine psychologische Richtung geben. Ob die jeweilige Emotion als positiv oder negativ erlebt wird, hängt von der Summierung der sensorischen Qualitäten im wahrgenommenen Körperraum ab.

Anders als bei Einzellern, bei denen die Zellmembran die psychische Bewegung reguliert (Sich-Öffnen und Sich-Verschließen), ist bei den Vielzellern die Membran des Perikaryons nicht Träger der Eigenbewegung, weil die Neuronen einen festen Platz im Gefüge des Organismus haben. Bei den frühen Metazoen ist es die Oberflächenspannung des Gesamtkörpers, die die Eigenbewegung steuert. Diese unterliegt wie bei der einfachen Zelle einem Rhythmus von Spannung und Entspannung, die sich bei den sessilen Formen (Schwämme, Polypen, Korallen usw.) psychologisch gesehen ebenfalls als Öffnen und Verschließen realisiert. Mit der Entwicklung der Medusen, die mit den Polypen im Verhältnis eines Generationswechsels stehen, in dem sie aus deren Knospung oder Teilung erzeugt werden, führt die rhythmische Bewegung des gesamten Körpers nach Loslösung von der Sessilität zu einer Schwimmbewegung, die das Erleben des Raumes als Fernraum vorbereitet.

Der psychoelektrische Rhythmus des Nervennetzes bleibt in der Evolution bis in die höchsten Formen des Lebens erhalten. Beim Menschen induziert die *Formatio reticularis* im Hirnstamm via Thalamus den kortiko-thalamischen Kreis,

der nach Edelman (2004) in einen unmittelbaren Zusammenhang mit der Genese des primären und sekundären Bewusstseins steht. Berger (1935) hat ein Verfahren entwickelt, das die rhythmischen elektrischen Ströme im Gehirn von außen messen kann. Es ist das berühmte Elektroencephalogramm (EEG), das zu den bedeutendsten Analysemethoden auch noch der modernen Neuropsychologie gehört.

Der Übergang zur Bildung von Ganglien und Gehirnen

Schwämme und Coelenteraten sind frühe Formen der Metazoen. Ihre Psychologie ist die Psychologie des Nervennetzes, die die innere Organisation der Einzeller fortsetzt und die Weiterentwicklung bei den Mollusken, Arthropoden und insbesondere den Vertebraten vorbereitet. Ein wichtiger biologischer Schritt auf diesem Wege ist die Aufgabe der Radialsymmetrie und die Entwicklung der Bilateralität.

Bereits bei den bilateral organisierten Plathelminthen kommt es, ausgehend von einem feinmaschigen Netz in der Peripherie der Tiere, in Richtung auf die Symmetrieachse zu einer verstärkten Konzentration im Nervengewebe. Es handelt sich um den Aufbau von Marksträngen. Untereinander werden die Markstränge durch Kommissuren verbunden (vgl. Abbildung 6).

Etwas hier Abbildung 6 einfügen

Die Perikaryen konzentrieren sich und bilden Ganglien, die jeweils einzelnen Segmenten der Tiere zugeordnet werden können. Auf diesem Wege entsteht eine Ganglienkette, die zur Struktur des Strickleiter-Nervensystems führt. (Bei den Anneliden).

Mit der Bilateralität entwickelt sich auch eine bevorzugte Bewegungsrichtung entlang der Längsachse. Diese bewirkt eine Differenzierung in einen Vorder- und Hinterpol und begünstigt so die Ausbildung eines Gehirns, das immer im Vorderteil, im Kopf liegt.

Auf die Evolution der Anneliden bauen die Arthropoden auf, die eine Vielzahl von Organisationsmerkmalen mit ihnen teilen und an die evolutionäre Spitze der Evertebraten rücken. Neurologisch gesehen verfügen sie über ein zentrales Nervensystem, das aus einer Bauchganglienkette und einem Gehirn zusammengesetzt ist.

Neben Spinnen, Krabben und Krebsen gehören die Insekten zu den bedeutendsten Vertretern der Arthropoden. Anhand des Insektengehirns wollen wir die psychologische Organisation der höher entwickelten Evertebraten vergegenwärtigen. Das zentrale Nervensystem der Insekten besteht aus drei Abschnitten, den Abdominal- und Thorakalganglien sowie einem Gehirn (vgl. Abb. 7).

Etwa hier Abbildung 7 einfügen

Die Aufgabe der Abdominalganglien ist die neuronale Versorgung der hinteren Segmente. Von besonderer Bedeutung sind hier Sinneszellen und Muskulatur, die bei der Kopulation und Eiablage eine Rolle spielen. Die Thorakalganglien kontrollieren die Bewegung der Extremitäten und der Flügel. Die Beine sind mit Sinnesorganen verschiedenster Art (auch gustatorischen und akustischen) ausgestattet.

Das Gehirn folgt in seinem Aufbau zunächst einer Zweiteilung in Ober- und Unterschlundganglion, wobei letzteres die Motorik der Mundwerkzeuge steuert (Mandibeln und Maxillen). Von größerem Interesse ist das Oberschlundganglion, weil es sich schematisch in weitere Gehirnschnitte unterteilen lässt: Archi-, Proso-, Deutero und Tritocerebrum (vgl. Abb. 8).

Etwa hier Abbildung 8 einfügen

Das Archicerebrum, das die größte Differenzierung aufweist, kontrolliert das visuelle System. Die Facettenaugen gelten als das wichtigste Sinnesorgan der Insekten. Entsprechend groß und komplex sind die zugehörigen Verarbeitungsstationen: Lamina ganglionaris, Medulla externa und interna. Das Corpus pedunculatus enthält Hemm- und Kontrollsysteme für die allgemeine Aktivität und ist dementsprechend ein Interpretations- und Koordinationszentrum für instinktives Verhalten und Lernen.

Das Deuteroerebrum dient der neurologischen Repräsentation der Antennen, die die Chemorezeption erzeugen und die Flugmotorik mitsteuern. Es ist klar, dass die Koordination zwischen dem chemorezeptiven und dem visuellen System im Archicerebrum sowie die Verbindung mit der Flugmotorik von exzellenter Bedeutung für die Psyche der Insekten sind. Letztere Funktion erfüllt das Prosoerebrum als assoziative Brücke. Das Tritocerebrum schließlich ist als Steuerungsorgan des stomatogastrischen Systems mit den anderen Gehirnteilen eng verbunden (Rehkämper, 1986, S. 64 - 68).

Für die Psychologie ist bei der Gehirnbildung von besonderer Bedeutung, dass sich zum ersten Mal unterschiedliche Zentren elektrischer Spannung aufbauen:

1. für motorische Spannung,
2. für sensorische Spannung,
3. für somatogastrische oder vegetative Spannung.

Es sind vor allem der optische und der olfaktorische Sinn, die den psychologisch erlebten Raum vom körperlichen Nahraum zum Fernraum erweitern. Über die Differenzierung innerer Organe repräsentiert der Körperraum fortan die verschiedenen sensorischen und motorischen vegetativen Funktionen. Der erlebte Fernraum unterteilt sich in einen durch die motorische Spannung begründeten Bewegungsraum und einen durch die sensorische Spannung bewirkten Gegenstandsraum.

Diese Trennung bildet die entscheidende Basis für die Evolution des Bewusstseins und damit zugleich auch des Unbewussten. Wie wir im Folgenden sehen werden, ist mit der

Entwicklung des vernetzten Spannungssystems des Gehirns der Grund dafür gelegt, dass sich das Bewusstsein als Wirklichkeitsbewusstsein und als Gedächtnis (das Unbewusste im engeren Sinne) differenziert und dieses wiederum in ein Zukunfts- und Vergangenheitsgedächtnis.

Es ist der elektrische Spannungsfluss, der zwischen den verschiedenen Zentren des Gehirns entsteht, der das Raumerleben um das Erlebnis der Zeit erweitert und damit die psychische Zeitdimension begründet. Zwischen den einzelnen Spannungsfeldern können jetzt durch die Faserverbindungen elektrische Ströme hin- und herlaufen. Die Spannungszentren wirken dabei wie verbundene Kugelkondensatoren. Die rhythmisch elektrische Spannungen auf- und abbauenden Ströme bilden magnetische Felder aus.

Nach Axiom 1 trennen sich elektrische und magnetische Energie in "subjektives" Selbst- und "objektives" Raumerleben. Es ist der elektrodynamische Aspekt dieser Trennung, der mit der Ausbildung von Gehirnen einen gegenwärtigen Wirklichkeitsraum sowie eine in die Zukunft und Vergangenheit fließende Zeit erzeugt. Wie dieser Prozess genauer zu verstehen ist, wird in den folgenden Abschnitten der vorliegenden Arbeit ausgeführt.

Wirklichkeitsraum und emotionale Singularität

Mit den olfaktorischen, akustischen und optischen Wahrnehmungsqualia entsteht ein psychologischer Fernraum. Der bisher ausschließlich erlebte Körperraum bleibt Teil und Kern dieses Fernraumes. Insofern als die Qualia den

einzigsten Zugang zur sinnlichen Gewissheit der Welt darstellen, bildet der ursprünglich durch Quantensprünge erzeugte sensorische Erlebensraum den Wirklichkeits- oder Realitätsraum. Wir können auf diesem Wege ein Modell der psychischen Wirklichkeit formulieren.

Der Raum des Körpers wird von den Nah-Sinnen, den haptischen, thermischen und gustatorischen Quantensprünge getragen. Insofern bildet die sensorische Naherfahrung einen wesentlichen Teil der sensorischen Fernerfahrung. Die psychologische Verbindung mit den Nahsinnen ist der Grund dafür, dass wir in der optischen Wahrnehmung nicht nur einfach Bilder sehen, sondern Gegenstände erfahren. Der Aufbau solcher Gegenstandserfahrungen geschieht bei Kindern bereits im ersten Lebensjahr und ist von Piaget mit dem Konzept der sensomotorischen Entwicklung ausführlich beschrieben worden (Piaget, 1975).

Der Qualia-Raum, sofern er durch die Fernsinne erzeugt wird, ist als Wirklichkeitsraum im Wesentlichen zunächst einmal ein Gegenstandsraum. Als Ganzes erscheint er uns als die gegenständlich reale Welt, in der wir leben. Jakob von Uexküll hat für diesen Raum den treffenden Begriff der Um-Welt geprägt (von Uexküll & Kriszat, 1934).

Der Umwelt steht durch die physikalische Trennung von Magnetismus und Elektrizität (Axiom 1) ein singuläres Erleben gegenüber (nach Panksepp ein "simply egolike self"), das im Falle der Membranorganisation der Einzeller durch Sich-Öffnen bzw. Sich-Schließen des Organismus repräsentiert

wird. Diese Grundform der Ur-Psyche bestimmt über eine globale Erlebensqualität die Transportrichtung von Stoffen in den Körper hinein oder aus ihm heraus. Die Erlebensqualität im Sinne von psychisch positiv (+) oder psychisch negativ (-) kann physikalisch nicht begründet werden (vgl. zur Deveste, 2018). Die ursprüngliche Singularität, die dem erlebten Raum als Erleben von Subjektivität gegenübersteht, erweitert sich in der späteren neuronalen Organisation des Nervennetzes nicht prinzipiell. Sich-Öffnen und Sich-Verschließen bleiben als psychische Grundrichtungen erhalten. Im Unterschied zu den Einzellern wird sie bei den frühen Mehrzellern durch spezifische Zellen, eben die Neuronen erzeugt, die ein neuronales Netz bilden.

Mit der Entwicklung des Fernraumes als Wirklichkeits- und Gegenstandsraum geht die Singularität in ein emotionales Ich von Grundgefühlen über. Diese sind in ihrem Ansatz schon von Sigmund Freud beschrieben worden (Organisation der Instanz des Es) und in der modernen neurologischen Forschung u.a. durch Panksepp (1998), Damasio (1999) und Solms (2004) neu formuliert und neurologisch interpretiert worden. Diese psychischen Erlebenszustände bilden die Grundemotionen der Psyche. Wie die psychische Urform der Singularität (Sich-Öffnen und Sich-Verschließen) müssen sie dual (+/-) verstanden werden und geben dem Verhalten eine psychische Richtung, die mit der klassischen Physik nicht erklärt werden kann. Nach Solms (2004) sind die Grundemotionen die Systeme von Libido und Lust, Wut, Furcht und Panik.

Das Bewegungserlebnis als Grundlage des Gedächtnisses

Im Unterschied zur physikalisch nach den Newtonschen Gesetzen begründeten Bewegung folgen die belebten Wesen der Biologie nicht ausschließlich dem Trägheitsprinzip, obwohl sie aus Materie bestehen. Die Psychologie erweitert die Physik um das Prinzip der psychischen Eigenbewegung, das sich nicht auf die Gesetze der klassischen Physik reduzieren lässt. Zum Trägheitsprinzip kommt ein psychisches Bewegungsprinzip hinzu, das durch eine Form der seelischen Energie begründet wird, die über die physikalische Energie hinaus existiert. Als erlebte Energie tritt sie nach außen nicht direkt in Erscheinung. Sie steht mit der physikalischen Energie aber insofern in einem Zusammenhang, als sie in der Spaltung der elektromagnetischen Kraft in subjektiv emotionales und räumliches Erleben ihren Ursprung hat.

Durch die psychische Bewegung generieren sich der Zeitpfeil und mit ihm zugleich das Gedächtnis. Die Annahmen einer rein physikalisch begründeten Zeit und eines ausschließlich physiologisch fundierten Gedächtnisses ohne Berücksichtigung des psychischen Erlebens und der seelischen Energie, wie sie gegenwärtig in den Naturwissenschaften üblich sind, führen zu logischen Paradoxien und philosophisch gesehen in den Bereich der Transzendenz der Realität (vgl. Kants Konzept der reinen Vernunft und seine Kritik an ihr: Kant, 1781). Auch die physikalische "Raumzeit" spaltet sich erst durch das Erleben in Raum und Zeit. Sie ist daher ein reines Konstrukt, das auf einem mathematischen Dimensionsbegriff

beruht.

Der Bewegungsraum als Signalraum

Die Bewegung im Fernraum braucht eine Orientierung. Wege bilden die erste Form des Gedächtnisses und eine sensorische Struktur für die Bewegungsmotorik. Die räumliche Leitung der Bewegung geschieht durch Signalbildung, einen Mechanismus der der Lernpsychologie lange bekannt ist, und vom russischen Nobelpreisträger Pawlow als erstem untersucht und theoretisch beschrieben worden ist (Pawlow, 1927).

Jede Bewegung nimmt ihren Ausgang von angeborenen körperlichen Bedürfnissen, den "unbedingten" oder nach Pawlow "unkonditionierten" Antrieben. Diese verbinden sich mit beliebigen Reizen der räumlichen Umgebung, um dann als stellvertretende Reize (Signale) das Triebverhalten zu steuern. Die Steuersignale bilden Ketten von Wegemarkierungen im Raum. Sie können darüber hinaus auch Markierungen in der Zeit bereitstellen und so den chronologischen Ablauf einer Triebhandlung regulieren.

Im Grunde hat Pawlow ein in der Philosophie lange bekanntes Bildungsprinzip des Gedächtnisses aufgegriffen und mit naturwissenschaftlichen Methoden erforscht. Es ist das von Aristoteles formulierte Kontingenzprinzip, nach dem sich im Gedächtnis verbindet, was in Raum und Zeit benachbart ist.

Der Vorgang geschieht, wie die Experimente Pawlows gezeigt haben, unbewusst und wird als klassische Konditionierung bezeichnet. Die durch sensorische Reize, d.h. ihrem Wesen nach

(d.h. durch Qualia des Erlebens) bestimmten Signale, strukturieren als mögliche Wege den Bewegungsraum. Insofern als der erlebte Qualia-Raum der Realitätsraum ist, der die Wirklichkeit der Umwelt bildet, werden die klassisch konditionierten Signale als unbewusste Bewegungsmuster erlebt, die im Vollzug des emotional begründeten Antriebs eine zeitliche Dimension bekommen.

Der sensorische Wirklichkeitsraum ist zugleich auch ein realer Zukunftsraum. Die Realität erhält eine zeitliche Dimension. Damit wird der Wirklichkeitsraum als Zeitraum erlebt. Dies geschieht durch unbewusste signalorientierte Verknüpfung von einzelnen Lokationsbewegungen.

Die Bewegungen begründen das Gedächtnis. Ein zeitlich gegliedertes Wegegedächtnis ist der Wirklichkeit inhärent. Es gehört zur Diversität des Raumes. Zur Begründung einer psychisch erlebten Zukunft bedarf es keineswegs einer Transzendenz des Wirklichkeitsraumes. Diese Transzendenz ist vielmehr ein Kennzeichen reflektierender Psyche.

Die Diversität des realen Raumes gliedert sich so grundsätzlich in die sensorisch bedingte Gegenständlichkeit miteinander verbundener Qualia sowie die signalbedingte (symbolische) Verknüpfung unbewusster Einzelbewegungen. Diesen Sachverhalt kann der Leser mit Hilfe der Rubinschen Täuschung in einem Selbstexperiment nachvollziehen (vgl. Abb. 9). Je nach Zentrierung wird der Gegenstandsraum durch den Pokal bzw. die Gesichter gebildet und lässt so automatisch

den Bewegungsraum als Restraum erscheinen.

Etwa hier Abbildung 9 einfügen

Der Gegenwartsraum als Antriebsraum

Über die signalgeleitete Bewegung wird der Gegenwartsraum zum Zukunftsraum. In ihm entfaltet sich das psychische Geschehen. Im Hinblick auf die innere Singularität wird er zum Antriebsraum. Die Gegenstände sind nicht nur Signale für die Bewegung, sie können auch Antriebsziele für körperliche Bedürfnisse bilden, die sich in den Grundemotionen ausdrücken. Von Grundemotionen gefärbte Antriebe regeln das Verhalten der Bedürfnisbefriedigung, d.h. die Bewegungen zum Antriebsobjekt hin und die einzelnen Bewegungen am Antriebsobjekt selbst, die der unmittelbaren Triebbefriedigung dienen. In diesem Sinne unterscheidet Solms zwei Formen von Lust: allgemeine Bewegungslust als Neugier und spezifische Lust als Triebbefriedigung am Objekt (Solms & Turnbull, 2004).

Entscheidend für die psychische Regulierung dieses Bewegungsvorganges sind die Grundemotionen im Bewegungsvollzug sowie ihre Veränderungen am Triebobjekt. Letztere werden als Konsequenzen der Handlung erlebt und wirken verstärkend bzw. abschwächend bis auslöschend auf die Teilbewegungen der Triebhandlung. Auch dieser Mechanismus ist als Gedächtnis- und Lernmechanismus lange bekannt und bildet als "operante

Konditionierung" (Skinner, 1938) neben der klassischen Konditionierung den zweiten großen Forschungsbereich der Lernpsychologie.

Im Vollzug der operanten Konditionierung verlieren die Gegenstände ihre Antriebsneutralität und erhalten eine emotionale Färbung, die den Realitätsraum in psychisch positive und negative Bezirke einteilt. Die Umwelt wird gleichsam in positive Be-Wegungs-Möglichkeiten und negative bewegungshemmende Barrieren gegliedert. Auf dem Hintergrund dieses Sachverhalts hat Kurt Lewin ein berühmt gewordenes Persönlichkeitsmodell entwickelt (Lewin, 1936).

Hier etwa Abbildung 10 einfügen

Die emotionalen Konsequenzen des Antriebsverhaltens verändern nicht nur unbewusst die einzelnen Teilschritte der Triebbewegung, sondern sie führen auch zu einer unbewussten Projektion der singulären Grundemotionen in den ausgebreiteten Raum. In diesem Sinne werden sie ein Teil der Zukunftsperspektive des realen Gegenwartsraumes.

Umgekehrt erhält das innere Erleben durch die Bewegung eine Raumdimension. Der Innenraum untergliedert sich jetzt in einen rein emotional erlebten Körperraum und einen als innere Diversität erlebten Raum, der zur Grundlage eines Vorstellungsraumes wird. Die Vorstellungen sind aber noch

nicht in dem Sinne virtuell, dass sie sich von der Realität lösen können. Diese kognitive Virtualität entsteht erst beim modernen Menschen mit der Ausbildung eines abstrakten Vorstellungsraumes sehr spät in der Evolution.

Die primäre Virtualität der Vorstellung gründet sich auf eine unbewusste Projektion von Antriebshandlungen in den realen Raum. Diese Projektion erhält ihre Formung durch den Mechanismus der operanten Konditionierung und bildet so ein Erfahrungs-Gedächtnis, d.h. im zeitlichen Sinne die Dimension der Vergangenheit.

Die Psyche wird damit eine Institution, in der sich Erfahrung realisiert, d.h. über die Eigenbewegung (hier Antriebsbewegung) Vergangenheit ständig in Gegenwart transformiert. Eine solche Seinsart der Erfahrungsabhängigkeit gibt es in der Physik nicht. Sie ist mit dem gegenwärtigen Ansatz der Naturwissenschaften auf der Basis einer ausschließlich materiellen Energie gar nicht vereinbar. Wenn man Erfahrung und Gedächtnis naturwissenschaftlich begründen will, kann man dies nur mit Hilfe der hier dargelegten Prinzipien der Psychologie. Daraus folgt: eine naturwissenschaftlich fundierte Gedächtnistheorie gibt es bisher noch nicht.

Die gegenwärtig virulente Vorstellung vom Gedächtnis ist rein metaphorisch, indem sie sich auf das Speichermodell stützt, das John Locke bereits im Jahre 1690 auf dem Höhepunkt des philosophischen Merkantilismus formuliert hat. Gedächtnisinhalte sollen einen Speicher füllen und

und sich dort wie volle Kisten stapeln lassen. Durch die Technik des Stapelns erhalten sie ihre Ordnung. Der Speicher ist durch ein Tor zugänglich, das sich kontrolliert öffnen und schließen lässt. Bei Bedarf werden die Kisten aus dem Speicher herausgeholt und man bedient sich vorübergehend ihres Inhalts, um sie dann schließlich wieder ordentlich zu verstauen. Diese Speicher-Metapher des Gedächtnisses verhindert notwendigerweise wichtige Fragestellungen und ist aus folgenden Gründen völlig unzulänglich zur Erhellung des Sachverhalts.

1. Das Gedächtnis ist prinzipiell unbewusst. Es gibt keinerlei kontrollierten Zugang zu seinen Inhalten.
2. Weil das Gedächtnis unbewusst ist, gibt es auch keinen Überblick über die "gespeicherten" Inhalte. Im Unterschied zum Speicher kann man in das Gedächtnis nicht hineinschauen.
3. Um die Ordnung der "Ablageprozesse" von "Inhalten" des Gedächtnisses zu verstehen, brauchen wir eine psychologische Theorie (wie z.B. die Lerntheorie). Das gilt insbesondere für das Emotionsgedächtnis. Auch hier bleibt die Metapher des Speichers vollständig unklar. Wie soll man sich gespeicherte Gefühle in Analogie zu gestapelten Kisten vorstellen?
4. Gänzlich aber versagt die Metapher des Speichers angesichts des Sachverhalts, dass das Gedächtnis sich nur in der Bewegung innerhalb der qualitativ repräsentierten Realwelt vollzieht. Das Gedächtnis an sich gesehen hat damit ausschließlich eine virtuelle Realität!

Die gedächtnispsychologisch begründete Virtualität des real wahrgenommenen Raumes ist nicht zu verwechseln mit der abstrakten Virtualität des reinen Vorstellungsraumes, dessen Entstehung ein so komplexer und anspruchsvoller Vorgang ist, dass er im Rahmen dieses Aufsatzes nicht ausführlich dargestellt werden kann. Er bildet mit seinen kognitiven Operationsmöglichkeiten (vgl. Piaget, 1975, Bd. 1 - 7) die naturwissenschaftliche Basis des menschlichen Geistes. Seiner Genese soll eine eigene Darstellung gewidmet werden.

Die Erfahrung bleibt in der biologischen Evolution vor der Entwicklung des modernen Menschen strikt ein Teil des realen Raumes der erlebten Wirklichkeit. Sie kann sich als ihrer Natur nach unbewusster innerer Raum nur im Außenraum realisieren. Mit anderen Worten: das Gedächtnis bleibt als innerer Raum im eigentlichen Sinne unbewusst und kommt erst im äußeren Raum zu Bewusstsein. Es braucht zu seiner Realisierung die die Außenwelt durch räumliche Dispersion erzeugenden Erlebens-
Qualia. Erst mit der Entwicklung eines expliziten oder reflektiven Gedächtnisses beim Menschen (Markowitsch & Welzer, 2005) wird die Vorstellung abstrakt.

Das Bewegungserlebnis als elektrobiologisches Strömungserlebnis

Im neuronalen Netz wird ein ständiger bioelektrischer Strom erzeugt. Bereits im Nervennetz bildet sich ein Rhythmus von Spannung und Entspannung aus.

Durch die Entwicklung von Ganglien und Gehirnen wird der bioelektrische Strom in definierte Richtungen kanalisiert.

Interessant sind vor allem die Verbindung sensorischer und motorischer Spannungszentren, die Verbindungen der qualitativ verschiedenen sensorischen Spannungszentren untereinander sowie die Verbindung der Sensomotorik mit viszeralen Spannungsbereichen. Von besonderer Bedeutung ist dabei die bioelektrische Strömungsrichtung und deren Umkehrung, die zu Strömungskreisen führt. Psychologisch gesehen repräsentiert die Handlung den erlebten Fluss "nach vorne" in den Fernraum hinein. Der Fluss zurück wird durch die Wahrnehmung, hier nicht als statische Gestalt der augenblicklichen Qualia-Organisation, sondern als Wahrnehmungsströmung ("Er-Fahrung") der Gegenstandsveränderung gebildet.

Die Handlungen sind nicht einfach durch den Augenblick klassisch konditionierte Signalketten, bzw. operant konditionierte Belohnungs-/Bestrafungsmuster, sondern ein erlebter Strom von Emotionen

- a) aus der Spannung des Handlungspotentials heraus (elektrischer Pol des Erlebens) und
- b) aus der Spannung des räumlichen Umwelterlebens heraus (magnetischer Pol des Erlebens).

Der ständige Kreislauf zwischen diesen beiden Polen bildet ein dynamisches Gedächtnis.

Demgegenüber erscheinen der Augenblicksraum und das momentane Ich-Erleben als statischer Gedächtnisraum

- a) von mit Signalen verknüpften Handlungsketten,
- b) von mit Emotionen verknüpften Raumbezirken (im Sinne

der Feldtheorie Lewins).

Allein für diesen gedächtnispsychologischen Aspekt des quasi-statischen Augenblicksraumes taugt, wenn überhaupt, die von Locke erfundene merkantilistische Metapher des Gedächtnisses als Speicher. Der wesentlich Unterschied zum Speicher besteht darin, dass das Gedächtnis im eigentlichen Sinne unbewusst ist. D.h. außerhalb des realen Welterlebens und des Handlungsvollzuges in der Welt haben wir prinzipiell keinen Zugriff auf unser Gedächtnis. Bewusster Raum ist alleine der durch die Qualia erzeugte Lebensraum der Realität. Dieser bildet den erlebten Augenblick der Gegenwart, dessen Länge 1 - 3 Sekunden dauert. Es mag an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass auch der erlebte Augenblick zeitlich weiter untergliedert werden kann. Dazu hat Libet in seinem langen Forschungsleben viele sehr sorgfältige Studien durchgeführt (Zusammenfassung 2005).

Physikalisch gesehen wirken die Ganglien der frühen Metazoen-Gehirne wie Kondensatoren, die sich in einem wechselseitige Rhythmus aufladen und entladen. Dadurch entstehen als physikalische Träger des Gedächtnisses elektromagnetische Schwingkreise, die sich psychologisch in jeweils zwei Erlebensepole aufspalten (vgl. Abb. 11).

Etwa hier Abbildung 11 einsetzen

Nach Axiom 1 wird der physikalische Schwingkreis der Biokondensatoren psychologisch zerlegt. Im Aufbau der elektrischen Spannung entsteht das Handlungsgedächtnis, im Aufbau des magnetischen Feldes das Wahrnehmungsgedächtnis.

Schließlich werden Handlungs- und Wahrnehmungszentren noch mit viszerale Spannungszentren verbunden, die die körperlichen Bedürfnisse regulieren, soweit sie die sensomotorischen Funktionen der inneren Organe betreffen (vgl. Abb. 12).

Hier etwa Abbildung 12 einsetzen

Die Spaltung des Strömungserlebens

Der Fernraum ist ein Bewegungsraum. Wie wird die Bewegung eigentlich psychologisch erlebt? Die natürlich auch den Gesetzen der Physik folgende Körperbewegung wird psychologisch in zwei Erlebnisströme aufgeteilt:

- a) den Strom in die Zukunft (Strom des emotional begründeten Antriebsverhaltens),
- b) den Strom in die Vergangenheit (Strom der Erfahrungsbildung).

Beide Ströme verlaufen gleichzeitig im Realitätsraum des Augenblicks. In der Bewegung wird der Gegenwartsraum zugleich zum Raum der Zukunft und Vergangenheit. O.h. die Bewegung verknüpft die verschiedenen Augen-Blicke in einem Raum, der sich in seinem Charakter Realität zu sein, gar nicht

verändert.

In der Bewegung vollzieht sich psychologisch das Gedächtnis und tritt aus seinem prinzipiell unbewussten Status heraus in die Realität. Das Gedächtnis vollzieht sich erst im realen Bewegungsfluss. Es erhält in der psychologischen Bewegung seine Identität.

Dieser Sachverhalt zeigt noch einmal, wie unbrauchbar die Speichermetapher von Locke ist. Es gibt keinen statischen Speicher mit Gedächtnisinhalten. Erst die Bewegung bringt das Gedächtnis zur Realisierung, d.h. zum psychologischen Erleben.

Zum Wesen des Gedächtnisses gehört, dass es sich in zwei Erlebensströme aufspaltet (vgl. Abb. 13).

Hier etwa Abbildung 13 einsetzen

Erleben und Gedächtnis bilden damit nicht, wie Biologie und Psychologie gegenwärtig annehmen, einen sensomotorischen Kreis, sondern duale Ströme mit entgegengesetzter Zeitrichtung (Zeitpfeilen). Diese entgegengesetzten Erlebensströme verlaufen im Realitätsraum gleichzeitig.

Die subjektive Singularität wird in ihrer Gesamtheit als Ich-Spannung erlebt, die sich in Emotionen ausdrückt (vgl. Abb. 14).

Hier etwa Abbildung 14 einsetzen

Bei den Grundgefühlen handelt es sich um die Qualitäten der erlebten Handlungsenergie. Diese bilden die Antriebsspannung, d. h. sie regulieren einen Bewegungsplan, der sich im Vollzug der Handlung aus dem Bewegungsgedächtnis realisiert.

Statisch (durch Introspektion) ist dieses Gedächtnis nicht zugänglich. Im Vollzug orientiert sich die Bewegung an Signalen im Fernraum. In ihrer Intensität wird sie durch die Mechanismen der operanten Konditionierung bestimmt. Operante Konditionierung gestaltet die emotionale Dynamik des Antriebsverhaltens.

Auch der Erlebensstrom aus der Gegenwart in die Vergangenheit vollzieht sich im realen Raum und in der tatsächlichen Bewegung (vgl. Abb. 15). Die auf das Antriebsziel hinführenden Bewegungsmarkierungen werden zu Signalen für die Erfahrung und strukturieren so den Bewegungsraum. Die sich im Antriebsverhalten realisierenden Emotionsqualitäten geben dem Gegenstandsraum seine emotionale Färbung nach dem Modell Kurt Lewins. Schließlich bilden sich die Gegenstände selbst als sensomotorische Konstrukte im Sinne der operationalen Intelligenz nach der Theorie Piagets (1975).

Hier etwa Abbildung 15 einsetzen

Das Vergangenheitserleben vollzieht sich zugleich mit dem Zukunftserleben und umgekehrt. Dabei lassen sich zwei Richtungen des Zeitpfeils oder zwei Erlebensmodalitäten der Zeit unterscheiden:

- a) Wir erleben den Handlungsvollzug in Richtung auf die Zukunft als subjektive Aktivität.
- b) Wir erleben den Handlungsvollzug in Richtung der Vergangenheit als passive Erfahrung der Welt.

Passivität ist demgemäß im engeren Sinne kein statisches Ausharren, sondern eher ein dynamisches Erleiden, eine Erfahrung, die wir "machen". Im Ruhezustand entsteht sie als Kondensat aus dem Gedächtnis, das wir im Vollzug der Handlung als Erfahrung "gemacht haben".

Die Verteilung der psychischen Energie und die Struktur der frühen Gehirne

Kehren wir zur statischen Perspektive zurück und konstatieren wir, dass sich die seelische Gesamtenergie im Fernraum auf verschiedene Zentren verteilt. Psychologisch können wir jetzt unterscheiden:

1. Die seelische Energie der erlebten Singularität (Grundemotionen des Ego),
2. die seelische Energie der erlebten Welt (Umwelt im Sinne Uexkülls),
3. die seelische Energie der erlebten Körperinnenwelt (viszerale Energie).

Diese Zentren werden physiologisch durch Ganglien und ihre Verbindungen im Gehirn repräsentiert. Indem wir die

psychologischen Zusammenhänge (elektromagnetischen Strömungsverhältnisse) zwischen den Ganglien in den frühen Gehirnen der Evolution studieren, können wir über die Dynamik der seelischen Energie wichtige Erkenntnisse gewinnen.

Zunächst einmal fällt auf, dass die Gehirne ganz unterschiedlicher Tierstämme (Artikulaten, Mollusken, Arthropoden, Cordatiere) sehr ähnlich aufgebaut sind. Dieser Sachverhalt lässt vermuten, dass es eine einheitliche Evolution der Psyche über die verschiedenen Tierstämme hinweg gibt. Darin liegt ein weiterer Hinweis darauf, dass die psychische Evolution als ein eigenständiges Phänomen gewürdigt und analysiert werden muss.

Auffällig bei der Organisation der frühen Gehirne der Vielzeller ist eine Dreiteilung. Abbildung 16 zeigt den Aufbau eines Anneliden-Gehirns in der Seitenansicht. Die Struktur hat sich am Kopfende zurück gebogen, so dass der entwicklungsbiologisch vordere Teil zum "Hinterhirn" wird. Dieser repräsentiert die Chemosensibilität sowie die motorische Regulierung von Nahrungssuche und -aufnahme. Mit der olfaktorischen Rezeption (Geruchssinn) beginnt die psychologische Organisation des Fernraumes.

Hier etwa Abbildung 16 einsetzen

Das Mittelhirn verbindet antennale mit optischen Zentren. Psychologisch gesehen erweitert sich dadurch der Körperraum zum optischen Nahraum (ein "Fernraum" als unmittelbarer Umgebungsraum).

Der dritte Teil des Gehirns (das Vorderhirn) bildet als stomatogastrisches System das viszerale Nervensystem, das die körperlichen Bedürfnisse reguliert. Es ist als Netzsystem psychologisch gesehen archaisch organisiert und weist darauf hin, dass die körperlichen Bedürfnisse rhythmisch repräsentiert werden.

Die viszerale Organisation scheint die psychologische Basis frühen Antriebsverhaltens zu sein. Wie wir ausgeführt haben, geschieht dieses durch handlungsleitende Grundemotionen. Die Emotionen entwickeln sich rhythmisch aus der körperlichen Bedürfnislage und betreffen in erster Linie Nahrungssuche und Nahrungsaufnahme. Die emotional geleitete Bedürfnisbefriedigung geschieht im Fernraum der Umwelt, einerseits durch den Spannungsaufbau einer antennal-optischen Sensomotorik (im Mittelhirn), andererseits durch die im Hinterhirn repräsentierte Chemosensibilität, die die Nahrungssuche und -aufnahme steuert.

Die Gehirne der Arthropoden (vgl. Abb. 8) sind ähnlich organisiert. Allerdings repräsentiert hier die mittlere Struktur des Gehirns (Deutero-cerebrum) antennale Funktionen in enger Verbindung mit der Chemorezeption. Für die Insekten z.B. ist offenbar die Flugsteuerung von höchster Bedeutung. Diese ist eng mit der optischen Repräsentation verknüpft,

die im Protocerebrum einen beeindruckenden Raum einnimmt.

Schließlich wird im Tritocerebrum die Sensomotorik der Mundwerkzeuge reguliert. Es ist äußerst sinnvoll, dass diese in enge Verbindung zum stomatogastrischen System tritt, das die viszeralen Bedürfnisse repräsentiert.

Für die Cephalopoden haben wir als Beispiel das zentrale Nervensystem von Oktopus ausgewählt, der aufgrund seiner herausragenden Intelligenz sogar in die Nähe zu höheren Säugetieren gerückt wird (vgl. Abb. 17).

Hier etwa Abbildung 17 einsetzen

Auch Oktopus verfügt über einen beeindruckenden Lobus opticus, der sich als Anhang eines mittleren vertikalen Lobus ausgebildet hat. Dieser wiederum hat einerseits eine Verbindung mit dem Frontallobus. Hier wird die Sensomotorik der acht Fangarme mit der Sensomotorik des Schlunds verbunden. Andererseits steht der vertikale Lobus in enger Verbindung mit dem Basallobus, der über ein Pleural-, Intestinal- und Viszeral-Ganglion die vegetativen Funktionen von Brust, Darm und Eingeweide steuert.

Wenn wir die psychischen Funktionen der frühen Nervensysteme zusammenfassen, so scheint die viszerale Organisation die psychologische Basis frühen Antriebsverhaltens zu bilden. (vgl. Abb. 18). Durch taktile, chemische und optische Signale

wird ein Erlebensraum repräsentiert, der sich über zwei gleichzeitige Ströme als Gedächtnis realisiert.

Hier etwa Abbildung 18 einsetzen

Bei den Insekten und Cephalopoden verschiebt sich der Spannungsschwerpunkt eindeutig auf das optische System, wie schon die räumliche Aufteilung der entsprechenden Gehirne eindrucksvoll zeigt. Wir können davon ausgehen, dass hier der erlebte Fernraum psychologisch dominant wird, so dass der Schwerpunkt des Erlebens von der olfaktorischen auf die optische Wahrnehmung übergeht. Die Dominanz der optischen Wahrnehmung gilt insbesondere für hoch entwickelte Säugetiere (wie z.B. die Primaten) und erreicht schließlich beim Menschen jene Exzellenz, die seine ausgezeichnete Beobachtungsfähigkeit begründet. Allerdings bleibt der Fernraum bis zur Entwicklung des homo sapiens sapiens ein reiner Wirklichkeitsraum der real erlebten Umwelt. Er bildet aber schon die Basis für einen Vorstellungsraum.

Erst beim modernen Menschen entsteht aufgrund besonderer Evolutionsbedingungen die abstrakte Intelligenz, die in einem Vorstellungsraum sprachlich reflektieren kann. Neben der reflektiven Intelligenz begründet dieser Vorstellungsraum auch die Fähigkeit zur Kunst und das Bedürfnis nach Religion. Das Erleben von Zukunft und Vergangenheit wird hier erstmalig

Über den Wirklichkeitsraum hinaus ausgedehnt und erzeugt ein autobiographisches Gedächtnis. Damit erweitert sich das Gedächtnis vom non-deklarativen zum deklarativen Gedächtnis (Markowitsch & Welzer, 2005). Diese Erweiterung legt schließlich auch den Grund für den Aufbau höherer Gefühle und die Fähigkeit zur Moral des Menschen.

Die Entwicklung eines solchen im engeren Sinne menschlichen Gedächtnisses bedarf, wie der Leser leicht einsehen wird, einer eigenen Erörterung, nämlich einer naturwissenschaftlichen Psychologie der geisteswissenschaftlich reflektiven Phase des Lebens.

Axiome für eine naturwissenschaftliche Psychologie der Neuronen

Zur Grundlegung einer Psychologie der neuronalen Entwicklungsphase des Lebens können wir den fünf Axiomen zum naturwissenschaftlichen Verständnis der präneuronalen Entwicklungsphase (zur Oveste, 2018) drei weitere Axiome hinzufügen.

Axiom 6

Die elektrische Ladung des Zellkörpers des Neurons vermittelt das Erleben seelischer Qualia, das sich im Raum der Gegenwartserfahrung realisiert.

Axiom 7

Durch-die Axone der Neuronen verbundene Gangliensysteme bilden Biokondensatoren, die sich wechselseitig auf- und

entladen. Der entstehende Stromfluss erzeugt einen Rhythmus,
der sich psychologisch in zwei kontradiktäre Zeitpfeile
zerlegen lässt: das Erleben der Zukunft und das Erleben
der Vergangenheit.

Axiom 8

Der Stromfluss zwischen den Gangliensystemen begründet
das Gedächtnis

- a) als Handlungsgedächtnis (Zeitpfeil in die Zukunft),
- b) als Wahrnehmungsgedächtnis (Zeitpfeil in die Vergangenheit).

Literaturverzeichnis

- Berger, H. (1935). Über das Elektroencephalogramm des Menschen. *Naturwissenschaften*, 23, 121 - 124.
-
- Damasio, A.R. (1999). *The feeling of what happens. Body and emotion in the making of consciousness*. New York: Harcourt Brace & Company.
- Damasio, A.R. (2010). *Self comes to mind. Constructing the conscious brain*. New York: Pantheon Books.
- Edelman, G.M. (2004). *Wider than the sky. The phenomenal gift of consciousness*. New Haven and London: Yale University Press.
- Kant, I. (1781). *Kritik der reinen Vernunft*. Riga: Verlag Johann Friedrich Hartknoch.
- Lewin, K. (1936). *Principles of topological psychology*. New York: McGraw-Hill. (Deutsch: *Grundzüge der topologischen Psychologie*. Bern: Huber, 1969.)
- Libet, B. (2005). *Mind time. Wie das Gehirn Bewusstsein produziert*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Locke, J. (1690). *An essay concerning human understanding*. (Neuaufgabe in der Reihe Penguin classics. Harmondworth, Middlesex, England: Penguin Books Ltd.)
- Lurija, A.R. (1992). *Das Gehirn in Aktion. Einführung in die Neuropsychologie*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Verlag.
- Markowitsch, H.J. & Welzer, H. (2005). *Das autobiographische Gedächtnis. Hirnorganische Grundlagen und biosoziale Entwicklung*. Stuttgart: Klett-Cotta.

- Panksepp, J. (1998). Affective neuroscience: the foundations of human and animal emotions. New York: Oxford University Press.
- Pawlow, I.P. (1927). Conditioned reflexes. London: Oxford University Press.
- Piaget, J. (1975). Gesammelte Werke, Band 1 - 10. Stuttgart: Ernst Klett Verlag.
- Rehkämper, G. (1986). Nervensysteme im Tierreich. Bau, Funktion und Entwicklung. Heidelberg: Quelle & Meyer.
- Roth, G. (2010). Wie einzigartig ist der Mensch? Die lange Evolution der Gehirne und des Geistes. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Rubin, E. (1921). Visuell wahrgenommene Figuren: Studien in Psychologischer Analyse. Kobenhavn: Gyldendal.
- Solms, M. & Turnbull, O. (2004). Das Gehirn und die innere Welt. Düsseldorf und Zürich: Walter Verlag.
- Skinner, B.F. (1938). The behavior of organisms: an experimental analysis. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Uexküll, J.v. & Kriszat, G. (1934). Streifzüge durch die Umwelten von Tieren und Menschen. Berlin: Verlag von Julius Springer.
- Zur Oeveste, H. (2018). Fünf Axiome zur Begründung einer naturwissenschaftlichen Psychologie der präneuronalen Entwicklungsphase des Lebens. Unveröffentlichtes Manuskript. Universität Hamburg.

Tabellen

Tabelle 1

Die Erlebensqualitäten der sensorischen Wahrnehmung

Nahsinne	Qualia	Qualia-Zahl
mechanisch	hart, weich	2
thermisch	warm, kalt	2
chemisch		
a) gustatorisch	süß, sauer, salzig, bitter	4
b) olfaktorisch	fruchtig, harzig, faulig, brenzlig	4
<hr/>		
Fernsinne		
akustisch	Oktave der Tonleiter: do, re, mi, fa, so, la, ti, do	8
optisch	Farbskala: schwarz, rot, orange, gelb, grün, blau, violett, weiß	8

Tabelle 2

Repräsentation des erlebten Körperraumes in der frühen Evolution

einfache Zelle	Membran als Repräsentant des erlebten Körperraumes
mehrzelliger metazoischer Körper	Nervennetz als Repräsentant des erlebten Körperraumes

Abbildung

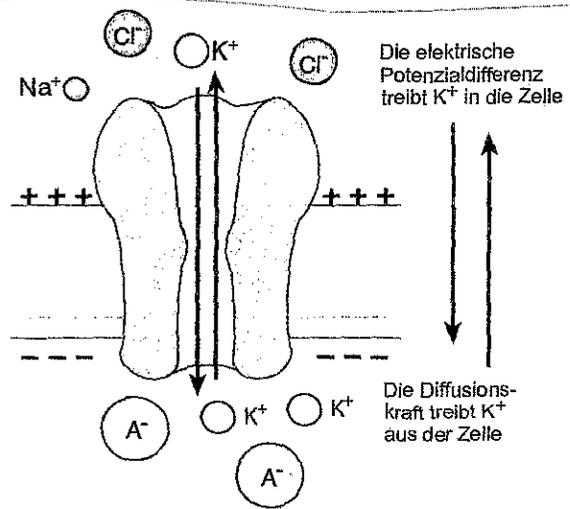


Abbildung 1. Ionenverteilung an einem Ionenkanal
(aus Roth, 2010, S. 58)

Abbildung

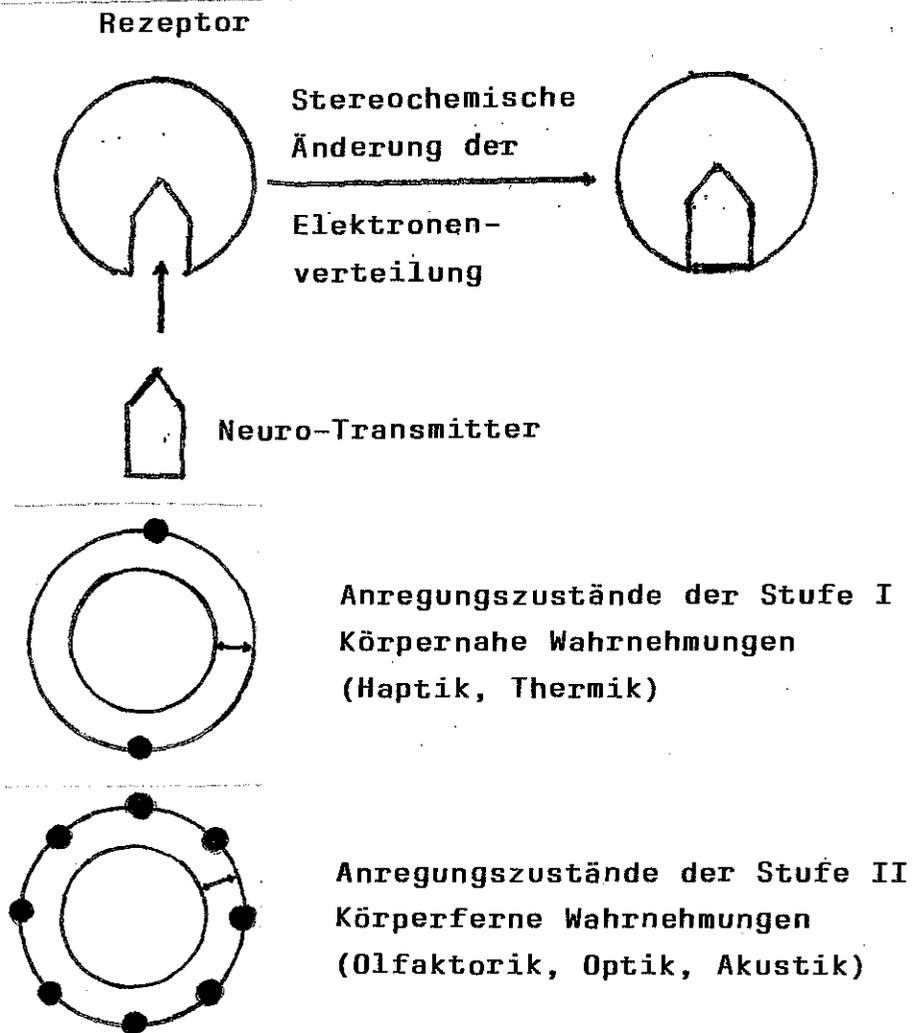


Abbildung 2. Stereochemischer Status psychogener Biomoleküle und die quantitative Neuverteilung elektronischer Energie

Abbildung

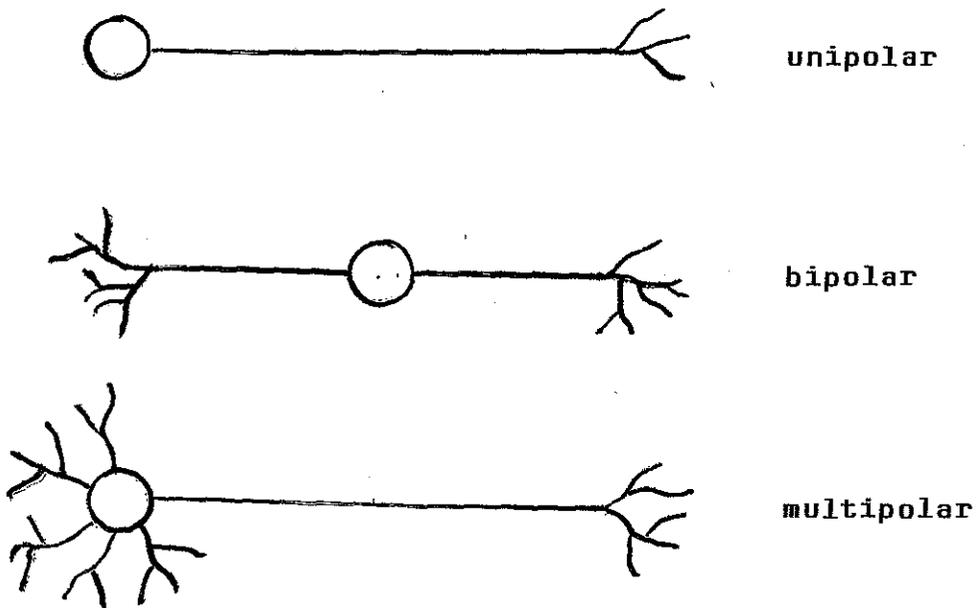


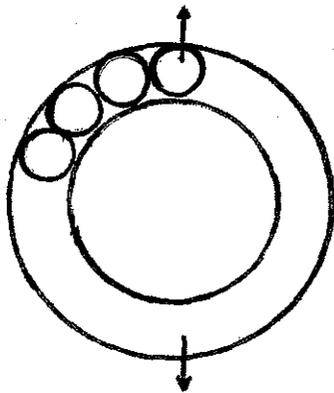
Abbildung 3. Arten von Neuronen

Abbildung

Frühe Einzeller

(idealisiertes Modell)

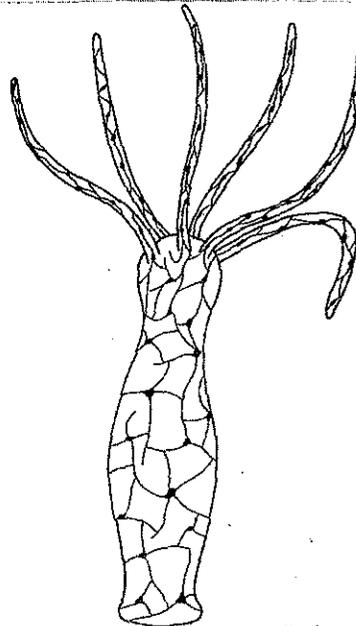
organische Makromoleküle
in der Membran
erzeugen Qualitätssprünge



elektrische u. mechanische
Gesamtspannung
ermöglicht Bewegung
mit psychischer Richtung

Nervennetz bei Hydra

(nach Rehkämper, 1986)



elektrische Spannung
ermöglicht Grundemotionen
und steuert mechanische
Bewegungsprogramme

Abbildung 4. Analogie zwischen der psychischen Funktion der Zellmembran bei Einzellern und des Nervennetzes bei Metazoen

Abbildung

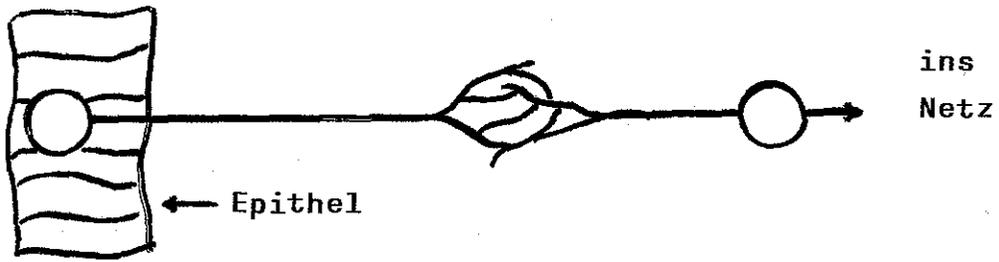


Abbildung 5. Primäre Sinneszelle

Abbildung

Gehirn:

Zellkörperkonzentration
und Ganglienbildung

Markstränge:

Anfänge der Zentralisierung

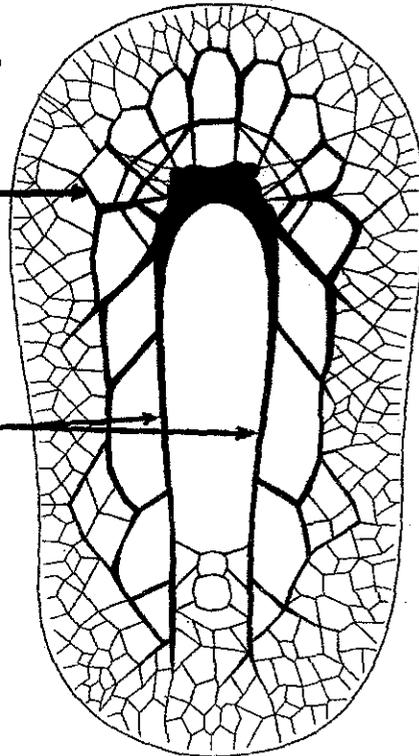


Abbildung 6. Nervensystem von Notoplana (Turbellaria)
nach Rehkämper (1986)

Abbildung

Cerebrum

Thorakalganglien

Abdominalganglien

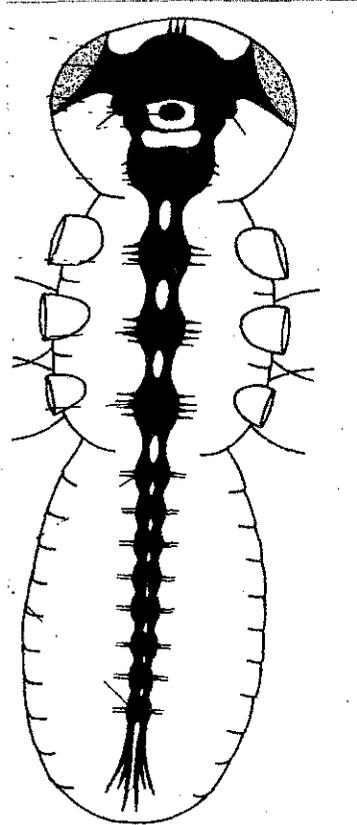
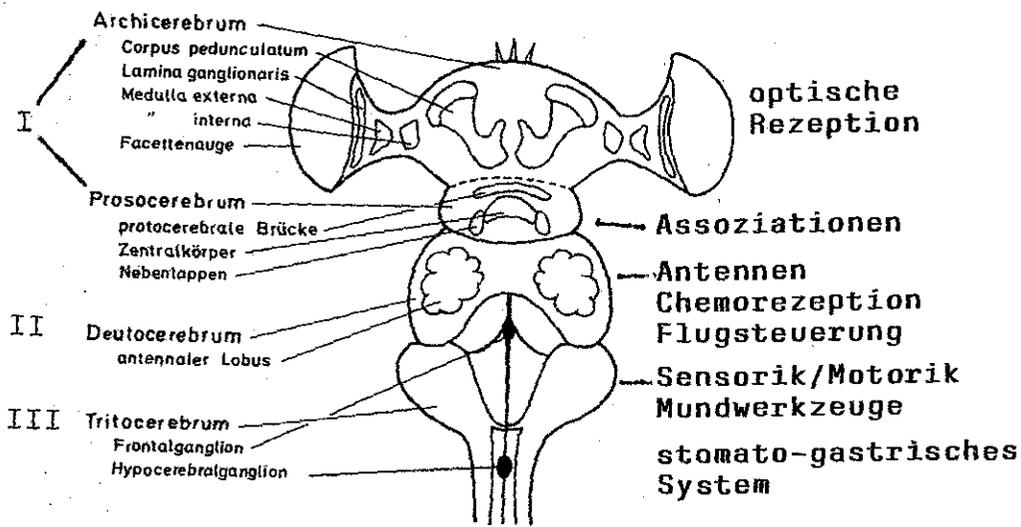


Abbildung 7. Zentralnervensystem eines Insekts
nach Rehkämper (1986)

Abbildung



Anmerkung. Archi- und Prosocerebrum bilden zusammen das Protocerebrum

Abbildung 8. Insectengehirn (Oberschlundganglion):
schematische Darstellung der einzelnen Gehirnabschnitte
nach Rehkämper (1986)

Abbildung

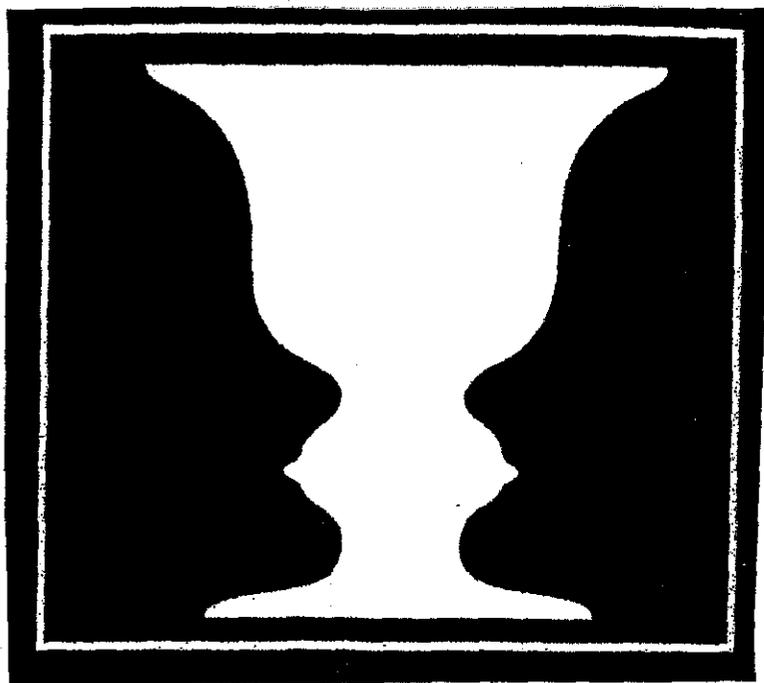


Abbildung 9. Rubinscher Sprung im Raumerleben

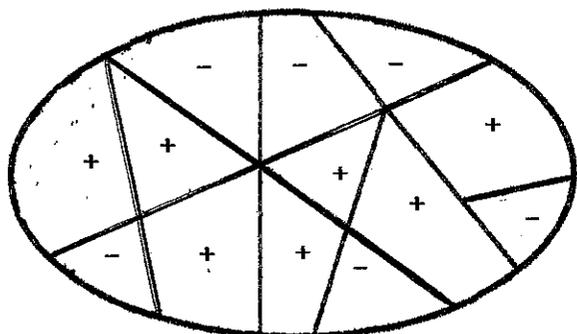
Abbildung

Abbildung 10. Regionen des Lebensraumes mit positiven und negativen Valenzen (nach Lewin, 1936)

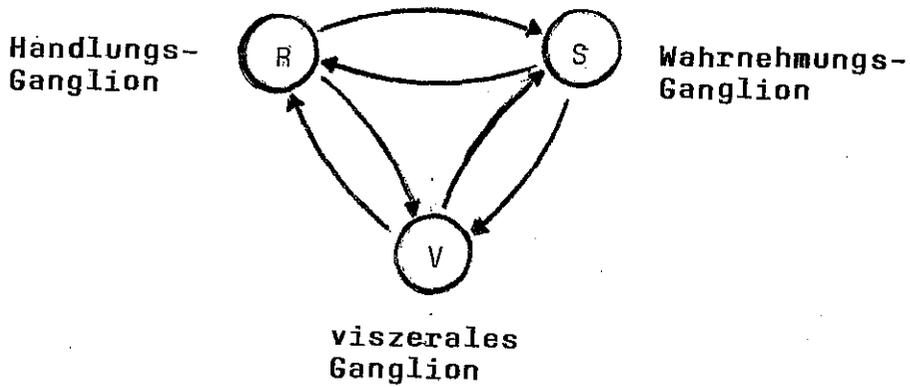
Abbildung



Anmerkung. R = Reaktion, S = Stimulus

Abbildung 11. Gedächtnis als biopsychischer Kondensatorkreislauf

Abbildung



Anmerkung. R = Reaktion, S = Stimulus, V = viszerale
Repräsentation

Abbildung 12. Kreisläufe zwischen der externen sensomotorischen
und der viszeralen Repräsentation

Abbildung

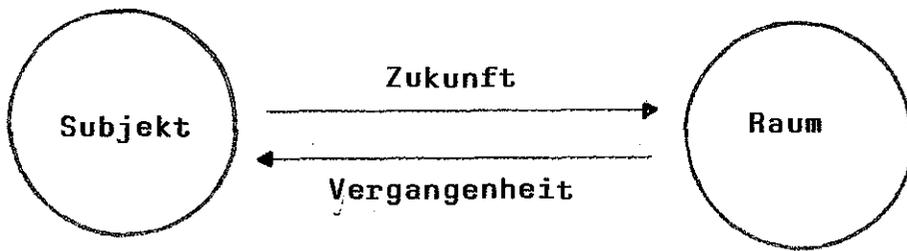


Abbildung 13. Zwei Strömungen des Erlebens in unterschiedlicher Zeitrichtung

Abbildung

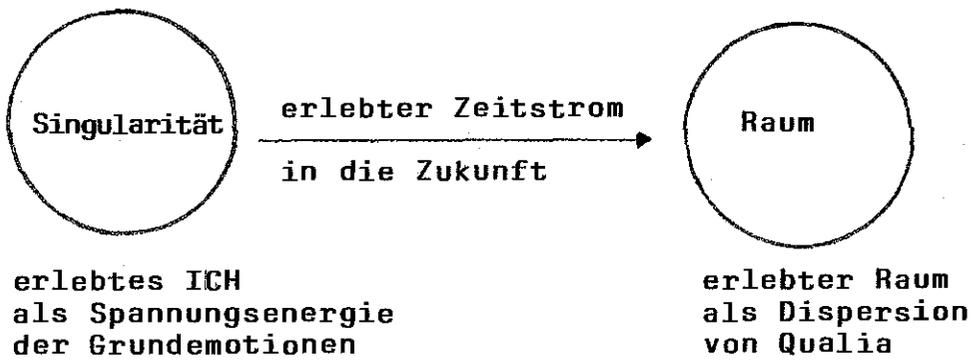


Abbildung 14. Zeitpfeil in die Zukunft

Abbildung

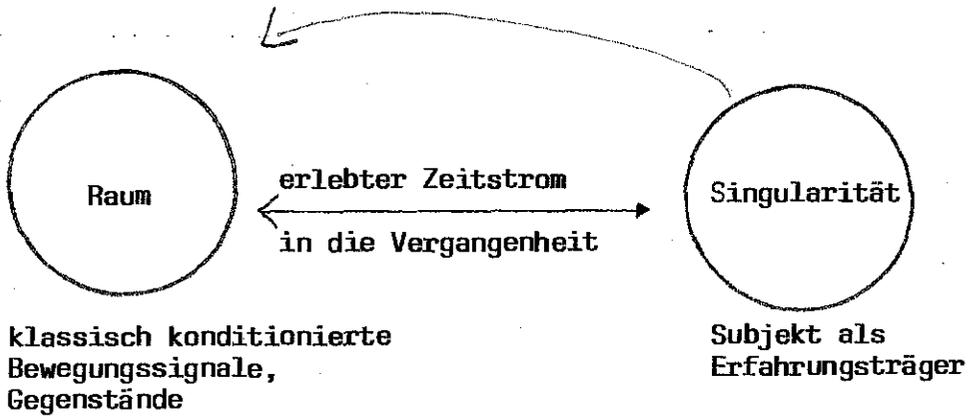


Abbildung 15. Zeitpfeil in die Vergangenheit

Abbildung

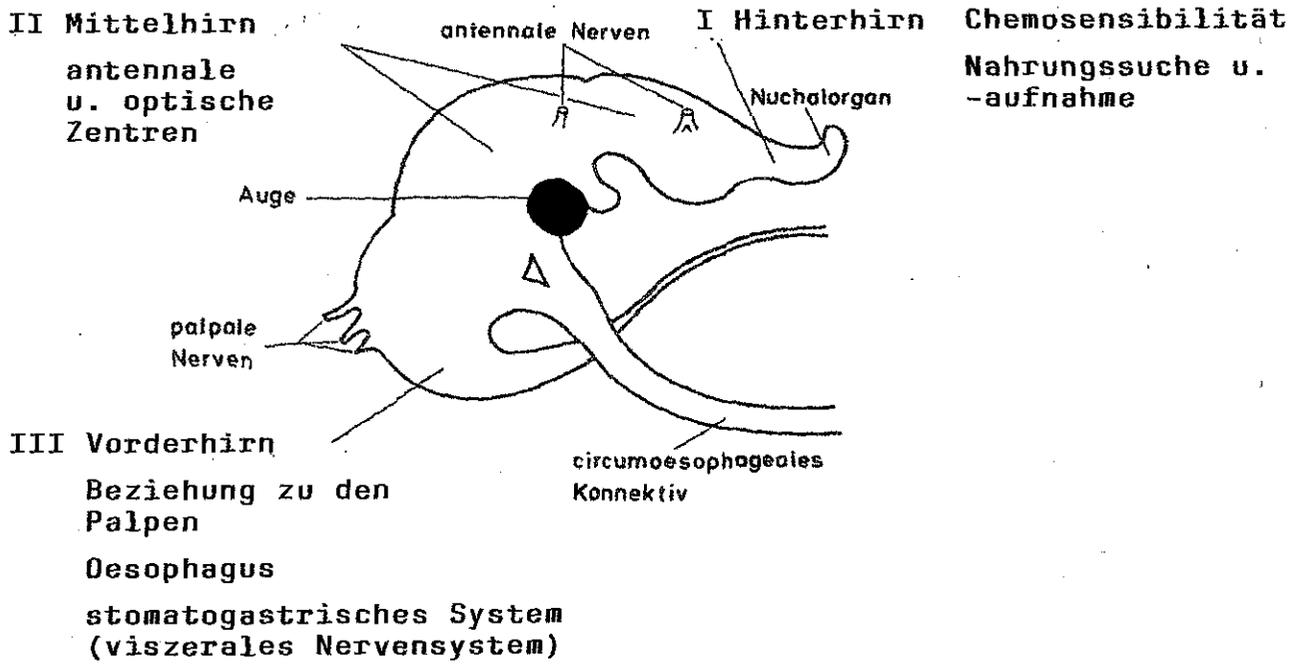


Abbildung 16. Gehirn von Eunice (Polychaeta) in Seitenansicht (nach Rehkämper, 1986)

Abbildung

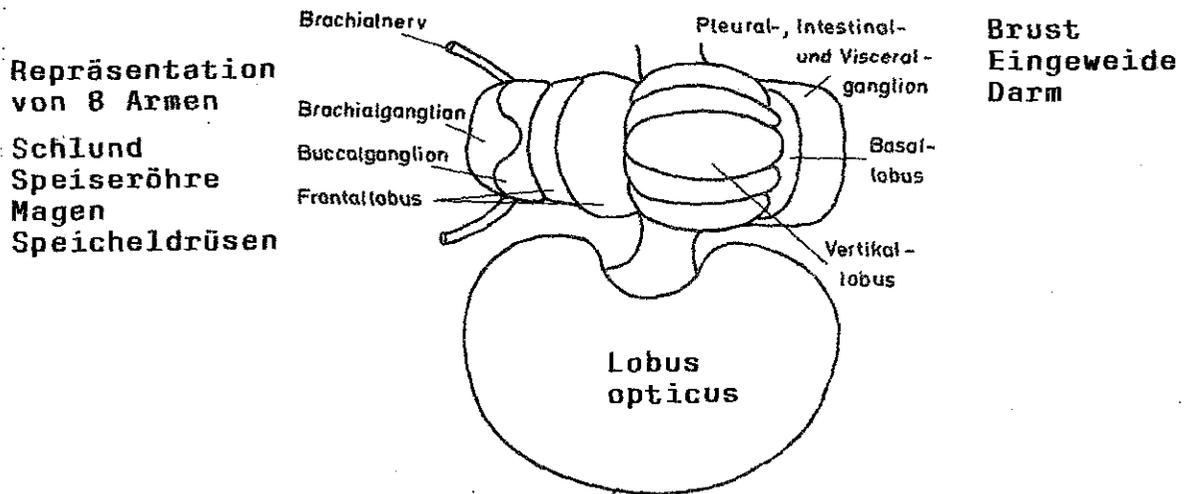
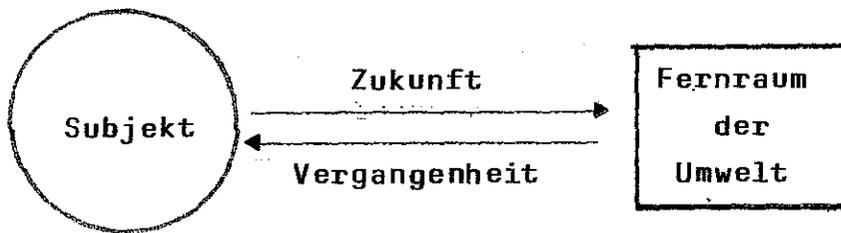


Abbildung 17. Zentralnervensystem von Octopus nach Rehkämper (1986) in Dorsalansicht

Abbildung



durch körperliche
Bedürfnisse
entstehende
Grundemotionen

durch taktile, chemische
und optische Signale
im Gedächtnis
gebundene Emotionen

Abbildung 18. Gedächtnis als Handlungsvollzug