

## Neuronale Bedeutungsarten

Vornehmlich die Kritische Psychologie hat im Anschluss an die kulturhistorische Schule der Psychologie (v.a. WYGOTSKI, LEONTJEW) in verschiedenen Unterscheidungen (Erregbarkeit - Sensibilität bei HOLZKAMP, Physisches - Psychisches bei SCHURIG; Festgelegtheit - Modifikabilität bei HOLZKAMP-OSTERKAMP) das spezifisch Neue dessen betont, was ich hier neuronale Bedeutungsarten nenne.

Neuronale Bedeutungsarten im Vollsinn scheinen an die Existenz von Nervenzellen gebunden. Vorformen können freilich bereits bei einigen Einzellerarten beobachtet werden. Es gibt z.B. einige Ciliatengruppen, die sich zunächst in eine Schleimröhre zurückziehen, wenn ihnen durch eine Pipette Wasserstrom entgegengeblasen wird. Nach kurzer Zeit strecken sie sich erneut aus und beginnen mit dem Einstrudeln der Nahrung. Wird die Reizung mehrfach wiederholt, reagieren sie nicht mehr darauf.<sup>1</sup> Dieser Vorgang ist von Gewöhnungsreaktionen bei Organismen mit Nervenzellen methodisch nicht exakt zu unterscheiden.

Bei den meisten Organismen mit Nervenzellen sind Gewöhnungsreaktionen von Ermüdungserscheinungen, die allein auf physiologischen Adaptionsprozessen beruhen, durch die Zeitdauer, die bis zur Wiederherstellung der Empfindlichkeit vergeht,<sup>2</sup> einigermaßen zu trennen. Bei Einzellern entsteht das forschungstechnische Problem, dass diese sich nach kurzer Zeit wieder teilen, so dass hier ein Nachweis nur schwer erbracht werden kann. Wie Leben nicht an die Zellform, so scheint Lernen nicht unbedingt an die Existenzform der Nervenzelle gebunden zu sein. Alle entwickelteren Arten des Lernens scheinen sie aber vorauszusetzen.<sup>3</sup>

Nervenzellen sind Spezialisierungen normaler Zellen. Sie bauen auf Fähigkeiten auf, die vermutlich jede Zelle auszeichnen. Hormone, die noch wenig erforscht sind, haben Funktionen wie Nerven, erfüllen diese aber ähnlich langsam und unsicher wie ein Bote die der Übertragung einer mündlichen Nachricht im Vergleich etwa zum Telefon. Es ist nicht auszuschließen, dass sie die unmittelbaren Vorläufer der Nerven waren.<sup>4</sup>

Nerven können ihre neuen Funktionen auf Grund zweier Eigenschaften ausüben: Weiterleitung und Hemmung elektrochemischer Erregungsprozesse.

---

<sup>1</sup> SCHURIG, 1975, II, 519

<sup>2</sup>HINDE, 1954; THORPE, 1963; SCHURIG, 1975, II, 56

<sup>3</sup>vgl. KLIX, 1976<sup>3</sup>, 346

<sup>4</sup> so BENESCH, 1977, 53

Nervenzellen bestehen aus dem Zellkörper (Perikaryon bzw. Soma), aus Fortsätzen (Dendriten oder "Bäumchen") und einem Hauptfortsatz (Axon bzw. Neurit).<sup>1</sup> Der Zellkörper ist das Ernährungszentrum. Die Dendriten sind der Ort des Erregungsempfangs. Das Axon gibt Äste ab, die sich weiter zu Kollateralen verzweigen können. Den Abschluss des Axons bilden Endknöpfchen (Boutons terminaux), die mit der Membranfläche der nächsten Nervenzelle die Synapse bilden. Die Boutons terminaux und die Membranfläche der nachgeschalteten Nervenzelle sind durch einen Spalt getrennt. In den Endknöpfchen liegen kleine Behälter, Vesikel, die bestimmte chemische Substanzen (z.B. Azetylcholin) enthalten. Die vom Axon über die Kollaterale an die Endknöpfchen weitergeleiteten elektrischen Impulse lösen dort je nach Leitfähigkeit der Synapse, die sich ändern kann, die Entladung ihrer chemischen Substanzen an die nächste Zelle aus. Diesem Prozess der Erregungsweiterleitung entgegen wirkt sofort ein Enzym (Cholinesterase), das die Übertragung zur nächsten Zelle unterbricht. Weiterleitung und Hemmung der elektronischen Erregungsprozesse sind die Träger der neuronalen Bedeutungsarten.

Die neuronalen Bedeutungsarten drängen sich in die Einheit zwischen Orientierungs- und Bewegungsbedeutung. Nerven unterbrechen nicht nur die automatische Erregungsleitung von der Rezeption bis hin zur Bewegung. Sie können überdies die Erregung durch "Kreisschaltung" von Impulsleitung und Hemmung speichern und so in Erfahrungen umbilden, die einen zunehmenden Einfluss auf den Zusammenhang von Orientierung und Bewegung erhalten. Bewegungen sind jetzt nicht nur durch angeborene Auslösemechanismen und momentan rezipierte Signale bestimmt, sondern auch durch vergangene Orientierungsakte, deren Erregungsprozesse zuvor in neuronale Prozesse transformiert worden waren und dort "Spuren" (emotionale Wertungskriterien) hinterlassen haben, die über die Auswahl der Signale entscheiden und dadurch die Motorik bedingen. Die klassische Psychologie hat sich diese Vorgänge vorgestellt analog dem Funktionieren der Galton'schen Typenfotografie, die durch Übereinkopie von Aufnahmen verschiedener Familienmitglieder auf der gleichen Platte entsteht, wobei die ähnlichen Züge mit außerordentlicher Prägnanz hervortreten, während die unterscheidenden Züge verblässen<sup>2</sup> oder analog dem Hologramm kontaminiert werden<sup>3</sup>. Diese Analogien können die Wirksamkeit von Nervensystemen vielleicht noch am ehesten bei den frühes-

---

<sup>1</sup> Zu diesem und dem folgenden KAHLE, 1976, 12 - BENESCH, 1977, 71ff

<sup>2</sup> I. ULLMANN, 165ff

<sup>3</sup> VESTER, 18

ten Organismen veranschaulichen. Für höhere Lebewesen haben sie sich als zu simpel erwiesen, weil sie das Moment der aktiven Steuerung und Verarbeitung von Orientierungsprozessen unterschlagen.

Das Verhalten einfacher lernfähiger Organismen kann beschrieben werden als Resultante aus Reizeinwirkungen der Umwelt, Art und Umfang der Vorinformation, mit anderen Worten: der individuellen Lebensgeschichte, und momentanen inneren Zuständen wie Wachheit, Erregtheit usw.<sup>1</sup> Unter diesen Bedingungen des Verhaltens hat eindeutig die Vorinformation - oder anders gesagt: das Wissen oder der Speicher - die dominante Bedeutung.

Substrat der neuronalen Bedeutungsarten sind nicht etwa die einzelnen Nervenzellen, sondern die in ihnen ablaufenden elektrochemischen Prozesse. Vermutlich durch die unterschiedliche Leitfähigkeit der Synapsen bedingt, bilden sie Muster. Die Leitfähigkeit scheint ihrerseits das Ergebnis der Häufigkeit ihrer Beanspruchung zu sein.<sup>2</sup> Die faktisch in der Nervenzelle ablaufenden Erregungsmuster setzen sich zusammen aus Träger- und Reizmustern. Den Grundprozessen der axonalen Impulsleitung und der synaptischen Übertragung entsprechen zwei Arten von Trägermustern: ein stoßweise, rhythmisch erfolgendes Muster und ein figuratives Muster (Die Richtungen der Impulsweiterleitung ergeben ein variables netzwerkartiges Figurenbild). Rhythmus und Figuration bezeichnet BENESCH als die Grundprinzipien der Musterbildung.

Die Evolution des Nervensystems setzte vor rund 500 Millionen Jahren ein<sup>3</sup>. Damals waren Hohltiere, Vorläufer der heute noch lebenden Polypen, Seeanemonen usw., die höchstentwickelten Lebewesen auf der Erde. Mit ihnen bildete sich ein über den ganzen Organismus verteiltes Netz gleichgeschalteter Nerven als Teil eines an allen Körperstellen gleichartigen Gewebes aus Nesselzellen (einer Sonderentwicklung der Nesseltiere unter den Hohltieren), Sinnes- Muskel-, Geschlechts-, Nerven- und anderen Zellen heraus.<sup>4</sup> Die Nerven hängen untereinander und mit den anderen Zellen zusammen, kennen aber kein Zentrum. (s. Figur a).

---

<sup>1</sup> vgl. KLIX, 1976<sup>3</sup>, 310

<sup>2</sup> zu diesem und dem Folgenden: BENESCH, 1977, 96ff

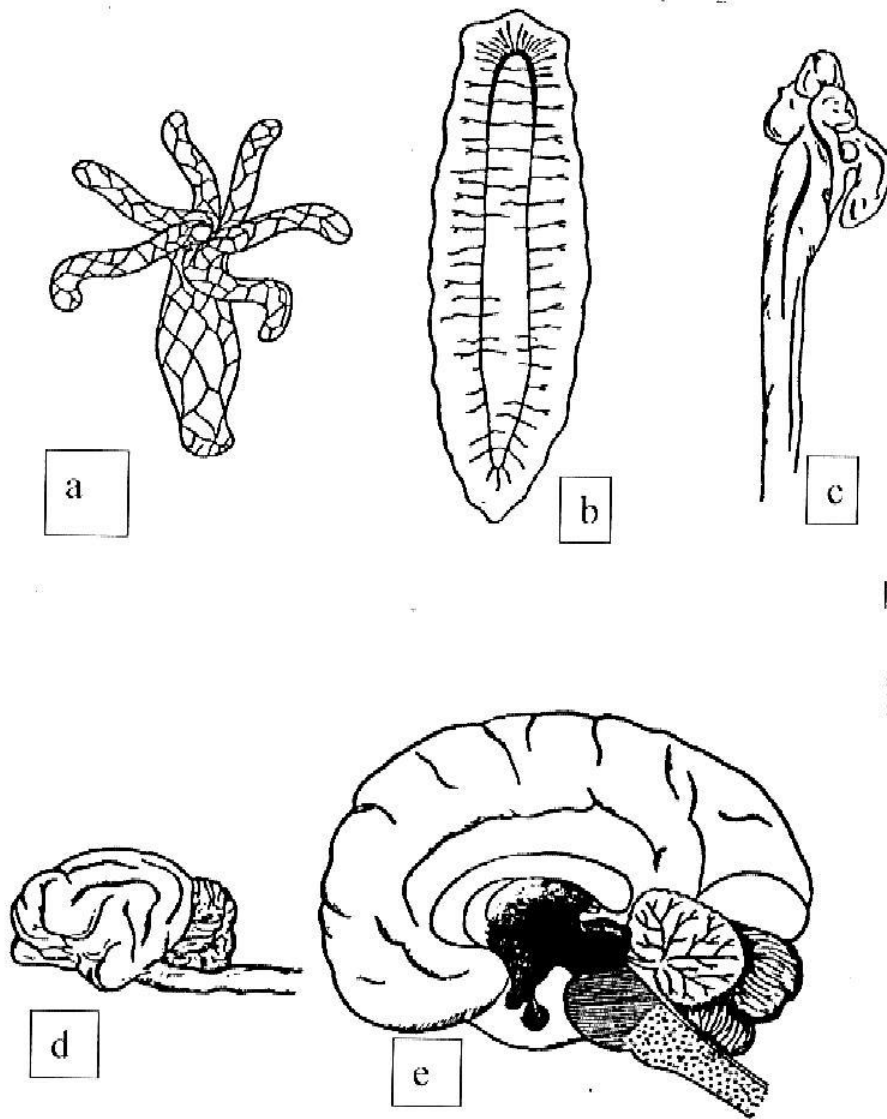
<sup>3</sup> vgl. PEIFFER u.a., 1969, 136

<sup>4</sup> vgl. BENESCH, 1977, 33f - VOGEL/ANGERMANN, 1971, I, 104f

<http://homepages.uni-tuebingen.de/gerd.simon/11-3Bedneuro.pdf>

Zur Mainsite: <http://homepages.uni-tuebingen.de/gerd.simon/bedeutungen1.htm>

Zur Startseite: <http://homepages.uni-tuebingen.de/gerd.simon>



Stadien der Evolution des Nervensystems  
 a. Polyp, b. Plattwurm, c. Fisch, d. Hund e. Mensch  
 (schematisiert aus Benesch 1977, 54f + Vester 18)

Das Strickleiternnervensystem der Platt- und Ringelwürmer repräsentiert die nächste wichtige Stufe in der Entwicklung des Nervensystems (s. Figur b). Der Bildung einer Kopfregion mit einer Konzentration von Sinnesorganen um die Mundöffnung korrespondiert eine Zusammenballung von Ganglienketten und -ringen am Vorderende<sup>1</sup>. Im Gegensatz zum radial gegliederten Nervensystem der Hohltiere durchzieht das der Plattwürmer den Organismus bilateral symmetrisch, d.h. in zwei Hauptsträngen mit verschiedenen Verzweigungen. Die Diffe-

<sup>1</sup> s. VOGEL/ANGERMANN, 1971 I, 106f

<http://homepages.uni-tuebingen.de/gerd.simon/11-3Bedneuro.pdf>

Zur Mainsite: <http://homepages.uni-tuebingen.de/gerd.simon/bedeutungen1.htm>

Zur Startseite: <http://homepages.uni-tuebingen.de/gerd.simon>

renzierung der Zellarten war schon bei den Hohltieren weit fortgeschritten.<sup>1</sup> Bei den Plattwürmern sind die Aufgaben auch auf verschiedene Körperteile verteilt.<sup>2</sup> Beim Lanzettfischchen als primitivem Vertreter der Chordatiere, zu denen auch die Wirbeltiere gehören, entwickelt sich erstmals ein einsträngiges Neuralrohr (als Vorform des Rückenmarks) mit bläschenartiger Verdickung am Vorderende heraus.<sup>3</sup> Die Fische weisen nicht nur Wirbel und Schädel zum Schutz des Zentralnervensystems auf, sondern auch ein Drei-Bläschen-Gehirn (Hinter-, Mittel und Vorderhirn; s. Figur c)<sup>4</sup>. Mit den Reptilien entsteht das limbische System (auch "emotionales Gehirn" genannt),<sup>5</sup> aus dem sich das Großhirn herausentwickelt. Fig. c bis e zeigen überzeugend, dass die Genese des Gehirns von den Fischen bis zum Menschen vor allem eine Genese des Großhirns war.

Durch den Erwerb der Speichermöglichkeit wird der Organismus erneut um einige Grade unabhängiger von den Zufälligkeiten der Umwelt. Die Orientiertheit im raumzeitlichen Gefüge erhält eine neue Dimension. Erst auf der Basis der Bestimmung der eigenen Lage relativ zu den Dingen und Körpern in der Umgebung, zu ihrem Abstand und zu ihrer Bewegung in der Zeit ist die Wiedererkennung von Objekten sinnvoll und möglich.<sup>6</sup>

Der Umstand, dass auf der Stufe der neuronalen Bedeutungsarten ein gewisser Anteil der Verhaltensweisen nicht nur auf (im Genom gespeicherten) "Arterfahrungen", sondern auf (im Gehirn gespeicherten) Individualerfahrungen beruht,<sup>7</sup> verändert auch noch in anderer Weise die Art der Orientierung. Letztere bezieht sich nicht nur auf das "sensorisch wirksame Ereignisfeld",<sup>8</sup> auf die physikalischen Eigenschaften, die als Reize die Sinnesorgane erregen und als Schlüsselreize die Bewegungen des Organismus bedingen, sondern auch auf das "erzeugbare Ereignisfeld".<sup>9</sup> Sie erweitert ihre Wirkungsmöglichkeiten durch aktive direkte (d.h. nicht durch Werkzeuge vermittelte) Veränderung der Umwelt. Die Motorik wird hier also auch zur Verbesserung der Sinnesleistungen herangezogen, hat also eine Rückwirkung auf die Rezep-

---

<sup>1</sup> ebd., 105

<sup>2</sup> ebd., 107

<sup>3</sup>vgl. VOGEL/ANGERMANN, 1971, I, 118f

<sup>4</sup>vgl. BENESCH, 1977, 54

<sup>5</sup> vgl. VESTER, 17

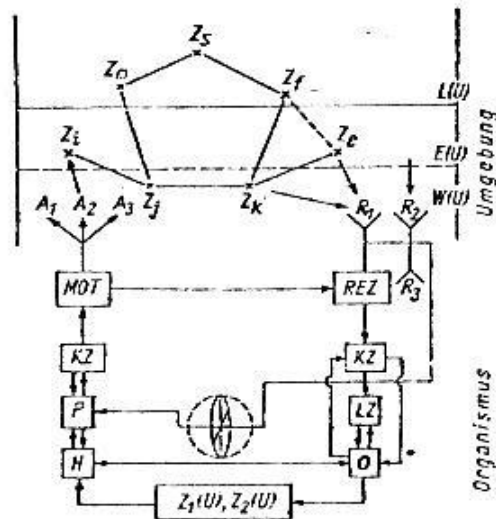
<sup>6</sup> KLIX, 1976<sup>3</sup>, 82

<sup>7</sup> HOLZKAMP-OSTERKAMP, 1975, I, 138

<sup>8</sup>KLIX, 1976<sup>3</sup>. 44

<sup>9</sup> ebd.

torik. Die Orientierung erfasst so auch "Umgangsqualitäten".<sup>1</sup> Damit ist freilich noch nicht das "latente Ereignisfeld"<sup>2</sup> in den Bereich möglicher Orientierung gerückt. Die Tiefenstrukturwahrnehmung,<sup>3</sup> die Umwelteigenschaften aus den Oberflächen- und Umgangseigenschaften mittelbar ableitet, setzt die Dominanz von Begriffsbedeutungen voraus. (s. Figur)



Erläuterungen:

Kennzeichnung von Objektklassen der Umgebung als Gegenstand hochentwickelter Techniken des Erkenntnisgewinns.  $W(U)$  wahrnehmbare Umgebungs Zustände,  $E(U)$  durch Eingriffe bzw. Veränderungen der Rezeptorleistungen wahrnehmbar zu machende Eigenschaften,  $L(U)$  latente Umgebungs Zustände, die durch kognitive Prozesse allein erschließbar sind.  $R_1, R_2, R_3$  verschiedene Reizklassen, REZ Rezeptoren, KZ Kurzzeitgedächtnis, LZ Langzeitgedächtnis, O operatives Gedächtnis,  $Z_1(U)$  mögliche Zusammenhänge in der Umgebung, H Hypothesenbildung, P Prüfschritt, MOT motorische Aktion mit Aktionseinheiten (Unteraktionen  $A_1, A_2, A_3$ ).

(aus KLIX, 1976<sup>3</sup>, 45)

#### Tiefenwahrnehmung (bei Primaten - nach Klix, 45)

Wie oben, S. , bereits ausgeführt wurde, werden Zustandsänderungen der Umwelt als Veränderungen von Schwingungseigenschaften von Trägerprozessen wahrgenommen.<sup>4</sup> Die Trägerprozesse der Signalzustände durchdringen zuerst den reizaufnehmenden und reizleitenden Apparat des Sinnesorgans.<sup>5</sup> Das sind beim Auge Linse und Glaskörper, beim Ohr die Endolymphe in den Bogengängen und im inneren Ohr, beim Gleichgewichtsorgan die Statolithenmembran und bei den Druck- und Temperaturrezeptoren der Haut die Ober- und Leder-

<sup>1</sup> ACH, 1932 - HOLZKAMP-OSTERKAMP, 1975, I, 177

<sup>2</sup> KLIX, 1976<sup>3</sup>, 44

<sup>3</sup> ebd., 301ff

<sup>4</sup> s.a. KLIX, 1976<sup>3</sup>, 50

<sup>5</sup> zu diesem und dem folgenden KLIX, 1976<sup>3</sup>, 223 & 214

<http://homepages.uni-tuebingen.de/gerd.simon/11-3Bedneuro.pdf>

Zur Mainsite: <http://homepages.uni-tuebingen.de/gerd.simon/bedeutungen1.htm>

Zur Startseite: <http://homepages.uni-tuebingen.de/gerd.simon>

haut. Erst nachdem diese Medien durchdrungen sind, gelangen die Signale aus der Umwelt an die eigentlichen Rezeptorsysteme. Die Rezeptorzellen setzen die physikalischen Signaländerungen in biochemisch oder elektrophysiologisch bestimmbare Zustandsschwankungen um. Diese Umsetzung erfolgt analog, d.h. in einer stetigen Zeitfunktion. Dieser Prozess der Signalwandlung an den Rezeptoren ist nur "die erste Stufe einer Kaskade von Übertragungs- und Umwandlungsprozessen der Erregungsfortpflanzung und -verknüpfung im Zentralnervensystem...".<sup>1</sup> Auch in der zweiten Zellschicht der Retina des Auges z.B., der Lage der bipolaren, horizontalen und amakrinen Zellen, ist noch eine analoge Umsetzung feststellbar.<sup>2</sup> Erst in der Ganglienschicht der Retina erfolgt eine Umwandlung der stetigen Zeitfunktion von Potentialänderungen in eine Impulsratenzeitfunktion, die sogenannte "Pulsfrequenzmodulation", die für alle neuronalen Prozesse charakteristisch ist<sup>3</sup>.

Das reizaufnehmende nervale System verstärkt durch diese kontrastbildende Umwandlung gerade die Energieänderungen des Signals<sup>4</sup>. Der Effekt ist ein doppelter: Einmal wird die Übertragung von Informationen störungssicherer. Zum anderen findet eine Komplexitätsreduktion auf das Typische ("Konturierung") statt.<sup>5</sup> Das WEBER-FECHNERsche Gesetz<sup>6</sup> ist eine Transformationsregel, die diese Vorgänge mathematisch exakt zu fassen sucht.

Schon in den frühesten Phasen der neuronalen Bedeutungsarten findet im Zentralnervensystem nicht einfach eine Abbildung im Sinne einer "realitätsgetreuen Kopie" statt. Übertragen werden in diesen Transformationsprozessen lediglich Invarianten, deren Form vom übertragenden System definiert werden. Verloren gehen dabei in letzter Instanz alle Details, Unebenheiten oder zufallsbedingten Reizänderungen. Erhalten bleibt auf dieser Stufe die charakteristische Reizverteilung.<sup>7</sup> Bewegungsauslösend wirken auch diese derart transformierten Reize erst, wenn sie sich im Rahmen der Hauptfunktion der Lebenssicherung als Indikatoren erwiesen haben.

Die Speicherbedeutung kann zusammenfassend gegenüber der Orientierungsbedeutung durch folgende Merkmale gekennzeichnet werden:

---

<sup>1</sup> ebd., 200

<sup>2</sup> ebd., 214

<sup>3</sup> ebd.

<sup>4</sup> ebd., 230

<sup>5</sup> ebd., 203ff

<sup>6</sup> vgl. ebd., 253ff

<sup>7</sup> ebd., 238

- ◇ **Reduktion** der Schwingungseigenschaften der Umweltsignale auf charakteristische Invarianten durch die "Pulsfrequenzmodulation"
- ◇ Möglichkeit der Erregung**shemmung** und der Musterbildung als Grundlage der Wissensakkumulation
- ◇ **Selektivität**; diese unterscheidet sich von den Reizfiltern der AAM dadurch, "dass sie nicht auf alle Objekte, die Schlüsselreize für das AAM darstellen, in gleicher Weise reagiert, sondern es finden sich **Reaktionsunterschiede** in Abhängigkeit von den 'gelernten' zusätzlichen Merkmalen."<sup>1</sup>
- ◇ Relative **Distanz** von den momentan ablaufenden Umweltprozessen
- ◇ Indienstnahme der Motorik für den Wahrnehmungsprozess; Erfassen von **Umgangsqualitäten**

Zum vorherigen Teil:

Simon: Bedeutungen von Bedeutung 11-2 – Sensusmotorische Bedeutungsarten

<http://homepages.uni-tuebingen.de/gerd.simon/11-2Bedsensu.pdf>

Zum nächsten Teil:

Simon: Bedeutungen von Bedeutung 11-4 – Prämagische Bedeutungsarten

<http://homepages.uni-tuebingen.de/gerd.simon/11-4Bedpraema.pdf>

---

<sup>1</sup> HOLZKAMP-OSTERKAMP, 1975, I, 120

<http://homepages.uni-tuebingen.de/gerd.simon/11-3Bedneuro.pdf>

Zur Mainsite: <http://homepages.uni-tuebingen.de/gerd.simon/bedeutungen1.htm>

Zur Startseite: <http://homepages.uni-tuebingen.de/gerd.simon>