# Der Passungscharakter der Wahrnehmungsstrukturen

***Die menschliche Wahrnehmungsfähigkeit ist genauso ein Ergebnis der natürlichen Auslese wie jedes andere Merkmal von Organismen. Dabei begünstigt die Selektion im Allgemeinen ein besseres Erkennen der objektiven Züge der Umwelt, in der unsere vormenschlichen Ahnen lebten.*** *(Shimony, 1971)*

Wenn sich unser Erkenntnisapparat in evolutiver Anpassung an die Umwelt entwickelt hat, dann sollte sich diese Tatsache in gewissen Passungen zeigen. Dass dies der Fall ist, wird am Beispiel der optischen Wahrnehmung besonders deutlich. Die Intensitätsverteilung des Sonnenlichts über die verschiedenen Wellenlängen folgt etwa dem Planckschen Strahlungsgesetz (Abb., Kurve 1). Bei einer Temperatur der Sonnenoberfläche von 5800 K liegt das Maximum der Verteilung bei 510 nm. Die Atmosphäre ist für diese Strahlung nur bedingt durchlässig. So werden die Röntgen- und UV-Strahlen bereits in den höheren, die Infrarotstrahlern in erdnahen Luftschichten stark absorbiert. Nur für die Strahlung zwischen 400 und 800 nm (und für Radiowellen) hat die Atmosphäre ein „Fenster" (Abb., Kurve 2). Dieses Fenster stimmt mit dem „optischen Fenster" unserer Wahrnehmung (380-760 nm) praktisch überein. Unser Auge ist also gerade für den Ausschnitt empfindlich, in dem das elektromagnetische Spektrum ein Maximum zeigt. Dieses Maximum liegt für uns im Gelbgrün, also etwa in der Mitte der Spektralfarben.

***Es ist nicht so, dass „ausgerechnet" der sichtbare Ausschnitt des Sonnenspektrums unsere Atmosphäre durchstrahlen kann. Natürlich ist es genau umgekehrt so, dass der vergleichsweise winzige Ausschnitt aus dem breiten Frequenzbereich der Sonnenstrahlung, der zufällig in der Lage ist, die irdische Atmosphäre zu durchstrahlen, eben aus diesem Grunde für uns zum sichtbaren Bereich dieses Spektrums, zu „Licht" geworden ist.***

*(v. Ditfurth, 1972)*

Es ist allerdings ein glücklicher Zufall, dass optische Transparenz und mechanische Penetrabilität praktisch zusammenfallen (Campbell, 1974). Feste Körper sind undurchsichtig und undurchdringlich, Luft und Wasser dagegen durchsichtig und durchdringbar. Diese Übereinstimmung gilt bei anderen Wellenlängen nicht, stellte also einen starken zusätzlichen Selektionsfaktor dar. Glas und Nebel haben unter diesem Gesichtspunkt paradoxe Eigenschaften: Glas ist hart, aber durchsichtig, für Nebel gilt gerade das Gegenteil. Glas spielte aber für die Evolution sicher keine, Nebel nur eine untergeordnete Rolle.

Das Auge hat sich jedenfalls auf die optimale Ausnützung des Tageslichtes eingestellt. Vor der menschlichen Kultur war ja die Sonne die einzige in der Selektion wirksame Lichtquelle; Feuer, Mond- und Sternenlicht hatten sicher nur geringe Bedeutung. Auch bei Tieren liegt das „optische Fenster" im gleichen Bereich. Es mag etwas verschoben sein wie bei Bienen; aber immer wird der günstigste Wellenlängenbereich des Tageslichtes ausgenützt.

An dieser Feststellung ändert auch die Tatsache nichts, dass Pythons (Riesenschlangen) und Klapperschlangen neben gewöhnlichen Augen noch „Infrarotaugen" besitzen, mit denen sie Wärmestrahlung, vor allem die ihrer warmblütigen Opfer, „erspüren"; denn diese Augen dienen ja gerade nicht dem Sehen von Tageslicht.

Nur diese Passung bleibt übrig von der alten Auffassung, das Auge sei sonnengleich, wie sie Plotin, die Lichtmetaphysiker oder Goethe vertreten haben: Wäre nicht das Auge sonnenhaft, die Sonne könnt es nie erblicken (Goethe: Zahme Xenien 3, und Einleitung zur Farbenlehre).

***Nicht weil das Auge primär sonnenhaft ist, kann es die Sonne erblicken, sondern weil es sich in jahrmilliardenlanger Stammesentwicklung in einer Welt herausgebildet hat, in der eine reale Sonne schon Äonen vor dem Vorhandensein von Augen ihre Strahlen aussandte.***

*(Lorenz, 1943)*

Man weiß von mehreren Insekten (Bienen, Libellen), von einigen Fischen, Reptilien, Vögeln, Affen und vom Menschen, dass sie Farben unterscheiden können. Über die Evolution des Farbenkreises hat Schrödinger schon 1924 eine einleuchtende Vermutung geäußert: "Zunächst wird Licht überhaupt, d. h. noch ohne jede farbliche Differenzierung, wahrgenommen.

*Eine neue Stufe der Entwicklung wird erreicht sein, wenn das Sehorgan beginnt, auf verschiedene Wellenlängen qualitativ verschieden zu reagieren. Dieser Stufe der Dichromasie entspricht nach Schrödinger eine Gelb-Blau-Differenzierung der Empfindung, wie sie auch bei partiell Farbenblinden und bei Tieren (Insekten) nachgewiesen ist. Der Umschlagspunkt dieser ersten polaren Differenzierung wäre die Empfindung Weiß, die das primitivste Empfindungsmerkmal der niedersten Stufe geblieben sein mag. Zur Trichromasie soll dann ein weiterer, der polaren Spaltung von Weiß analoger Schritt geführt haben. Auf dieser dritten Entwicklungsstufe spaltet Gelb polar in die Grundempfindungen Rot und Grün, ganz ebenso wie auf der zweiten Stufe Weiß in Gelb und Blau . . . Die Wurzel der empfindungsmäßigen Einfachheit von Weiß und Gelb sowie des Vorhandenseins farbiger Polaritäten liegt nach Schrödinger somit in der Phylogenese des Sehorgans. „Weiß und Gelb sind echte Grundempfindungen, die eine aus dem monochromatischen, die andere aus dem dichromatischen Stadium." Dies würde auch erklären, weshalb die weitaus häufigste Störung der normalen Farbentüchtigkeit des Auges die Rot-Grün-Blindheit ist, sie entspräche einem Atavismus des Tagesapparates „erster Art". Völlige Farbindifferenz des Tagessehens - ein Atavismus „zweiter Art" - ist zwar nachgewiesen, sie ist aber weit seltener als die häufige Rot-Grün-Blindheit. Am seltensten ist ein Ausfall der Blauempfindung.*

*(Hönl, 1954)*

Dass uns die Mischung aller Regenbogenfarben als „weißes" Licht, genauer farblos erscheint, zeigt gerade den Passungscharakter unserer Farbwahrnehmung. Für den Wahrnehmungsapparat war es eben biologisch sinnvoll, die normale Beleuchtung an der Erdoberfläche als farblich neutral zu interpretieren und nur Abweichungen von der normalen Zusammensetzung des Lichtes als Farbe bewusst zu machen.

Auch für die spektrale Empfindlichkeit der Lichtsinneszellen (verschiedene Wellenlängen werden trotz gleicher Reizintensität verschieden stark empfunden) und für das Farbunterscheidungs-(Auflösungs-)Vermögen des Auges gibt es evolutionistische Erklärungen."

**Die untere Empfindlichkeitsschwelle eines Photorezeptors in der Retina liegt bei einem einzigen Lichtquant (10-18 Joule). Das Nervensystem meldet aber nur dann eine Lichtempfindung, wenn innerhalb kurzer Zeit mehrere benachbarte Sehzellen gereizt werden. Diese Einrichtung ist eine Schutzmaßnahme gegen die unvermeidlichen Störungen und statistischen Schwankungserscheinungen (das sog. „Rauschen"), wie sie wegen des Quantencharakters der Strahlung auch bei hochempfindlichen Geräten immer auftreten. Würde nun jedes Quant registriert, so hätten wir fortwährend regellose Lichteindrücke ohne jeden Informationsgehalt. Diese bedeutungslosen Signale werden also durch die Zensur des Nervensystems ausgeschieden.**

Analog verhindert beim Ohr ein „Filter", dass die aufgrund der Brownschen Molekularbewegung gegen das Trommelfell prasselnden Moleküle als Geräusche interpretiert werden. Das erinnert sehr an Ciceros Behauptung im „Somnium Scipionis" (De re publica), wir könnten die Harmonie der Sphären nicht vernehmen, weil unsere Ohren sich zu sehr daran gewöhnt hätten!

Ein schönes Beispiel ist auch das zeitliche Auflösungsvermögen unseres Bewusstseins. Den Zeitabstand, den zwei Ereignisse haben müssen, damit sie noch sicher als aufeinander folgend (also nicht als gleichzeitig) wahrgenommen werden, nennt man das subjektive Zeitquant (SZQ). Das SZQ beim Menschen beträgt etwa 1/16 Sekunde. Folgen einander mehr als 16 Lichtblitze pro Sekunde, so kann sie unser Auge nicht mehr getrennt wahrnehmen, sondern sie erzeugen den Eindruck dauernder Helligkeit. Diese Tatsache benützen ja gerade Film und Fernsehen, um eine kontinuierliche Szene und Bewegung vorzutäuschen. Periodische akustische Reize, die rascher aufeinander folgen als 16mal pro Sekunde, verschmelzen subjektiv zu einem Ton. Analoges gilt für Berührungsreize.

Die Informationspsychologie deutet das SZQ als das Intervall, in dem die Informationseinheit (ein bit) in das Kurzzeitgedächtnis fließt *(Frank, 1970)*.

Das SZQ ist von Tierart zu Tierart verschieden. Der Kampffisch z. B. greift sein eigenes Spiegelbild an, wenn es ihm - durch eine geschickte mechanische Vorrichtung - öfter als 30mal pro Sekunde vorgeführt wird; unterhalb dieser Frequenz erkennt er sein Bild nicht als Gegner an, es „flimmert" für ihn. Er verarbeitet also eine größere Zahl von optischen Eindrücken pro Sekunde. Man nennt solche Tiere deshalb bildhaft „Zeitlupentiere". Das SZQ der Biene ist noch wesentlich kürzer. Gäbe es im Bienenstaat ein Kino, so müsste der Filmprojektor sehr schnell arbeiten.

*Mehr als 200 Einzelbildchen in jeder Sekunde müssten den Bienen vorgeführt werden, damit sie sich nicht über „Flimmern" beklagen. Das Auge der Bienen kann in der gleichen Zeit etwa 10 mal so viele Einzeleindrücke wahrnehmen als unser Auge. Es ist dadurch zum Sehen von Bewegungen besonders tauglich und glänzend geeignet, die rasch wechselnden Eindrücke zu erfassen, wenn an sich ruhende Dinge im Fluge an ihren Augen vorüberziehen.*

*(v. Frisch, 1969)*

Andererseits ist das SZQ einer Schnecke länger als ¼ Sekunde. Ein Stock, der sich ihr viermal pro Sekunde nähert, erscheint ihr in Ruhe, und sie versucht, ihn zu besteigen. Sie ist also ein „Zeitraffer-Tier".

*Die sensorischen Systeme der Tiere sind so angepasst, dass sie im Großen und Ganzen die Informationen übermitteln, welche für die Lebensweise ihrer Besitzer*

*wichtig sind.*

*(Gregory, 1972)*

Dieser Passungscharakter der Sinneswahrnehmung wird besonders deutlich an Fehlleistungen und Verfälschungen, die in einer fremden Umgebung auftreten. Ein Frosch verhungert inmitten toter Fliegen, weil sie sich nicht bewegen. Unter Wasser sehen wir alles verzerrt, weil unser Auge dem Brechungsindex der Luft angepasst ist. Um den „normalen" Übergang Auge-Luft wiederherzustellen, müssen wir Taucherbrillen benützen.

Ähnlich ist das Trommelfell auf die großen Amplituden der Luftschwingungen eingerichtet. In Wasser, wo die Schallschwingungen viel geringere Amplituden haben, hören wir deshalb alles viel leiser. Daraus entstand auch die irrige Annahme, Fische seien stumm. In Wahrheit gibt es kaum einen Fisch, der keine Laute von sich gibt. Da die Atemluft eines Tauchers unter Wasser stark verdichtet ist, klingt seine Stimme näselnd und gepresst, wie Meeresforscher (z. B. Cousteau) berichten. Aber nicht nur an die Dichte, sondern auch an die Zusammensetzung der Luft sind Ohr und Stimme angepasst:

*Bekanntlich nimmt die Stimme eines Menschen, der in einer Sauerstoff-Helium-Atmosphäre spricht, wie sie für Tieftauchversuche verwendet wird, ganz unvermeidbar einen quäkenden, „mickymausartigen" Klang an. In einer solchen Atmosphäre, in der Helium den normalerweise in der Atmosphäre enthaltenen Stickstoff ersetzt, ändert sich vor allem die Geschwindigkeit des Schalls. Damit ändern sich auch die Resonanzeigenschaften der Luft, welche beim Sprechen mit den im Kehlkopf befestigten Stimmbändern in Schwingungen versetzt wird. Bau und Abmessungen unseres Kehlkopfes sind aber nun eben an die Eigenschaften der normalen Atmosphäre angepasst.*

*(v. Ditfurth, 1972)*

Der Passungscharakter unserer dreidimensionalen Raumwahrnehmung spiegelt sich vor allem in der Entdeckung der Verhaltensforschung, dass manche Tiere eine „schlechtere" Raumwahrnehmung besitzen als wir.

*Organismen aus wenig strukturierten Lebensräumen bedürfen eines weniger genauen und differenzierten Orientierungsverhaltens als solche, die sich auf Schritt und Tritt mit komplizierten räumlichen Gegebenheiten auseinandersetzen müssen. Der homogenste aller Lebensräume ist die Hochsee, und in dieser gibt es denn auch einzelne freibewegliche Lebewesen, die eigentlicher Orientierungsreaktionen völlig entbehren [z. B. Quallen . . .]*

*In zwei Dimensionen ist die Steppe gewissermaßen das, was die Hochsee in drei­en ist. Es gibt selbst unter den steppenbewohnenden Vögeln und Säugetieren solche, die ein senkrechtes Hindernis nicht verstehen und nicht einmal durch Lernen*

*zu bewältigen vermögen.*

*(Lorenz, 1954)*

Die Tiere, die auf ihren täglichen Wegen die kompliziertesten räumlichen Strukturen meistern, sind die Baumbewohner und unter diesen wieder diejenigen, die nicht mit Krallen oder Haftscheiben, sondern mit Greifhänden klettern. Bei ihnen müssen nicht nur Richtung, sondern auch Entfernung, Lage und Form des Sprungzieles schon vor dem Absprung ganz genau im zentralen Nervensystem des Tieres repräsentiert sein. Denn die Greifhand muss sich in der richtigen Raumlage und genau im richtigen Moment schließen." Der Mensch verdankt seine vergleichsweise gute Raumwahrnehmung also eigentlich seinen Vorfahren, die als Baumbewohner und Greifkletterer auf eine gute zentrale Repräsentation ihrer dreidimensional strukturierten Umgebung angewiesen waren. Diese Tatsache führt aber unmittelbar auf eine noch weiter gehende Vermutung, die im Kapitel „Evolution der Erkenntnisfähigkeit“ als Hypothese formuliert werden soll.

v. Ditfurth, H.: “Im Anfang war der Wasserstoff, Hoffmann & Campe, 1972

v. Frisch, K.: „Aus dem Leben der Bienen“, Springer-TB, 1969

Gregory, R. L.: „Auge und Gehirn“, Fischer-TB, 1972

Hönl, H.: „Die Ostwaldsche Systematik der Pigmentfarben in ihrem Verhältnis zur Young-Helmholtzschen Dreikomponenten-Theorie.“ Die Naturwissenschaften, 1954

Lorenz, K.: „Die angeborenen Formen möglicher Erfahrung.“ Z. Tierpsychologie“, 1943

Lorenz, K.: „Psychologie und Stammesgeschichte“ in „Über tierisches und menschliches Verhalten II“, Piper, 1954

Shimony, A.: „A perception from an evolutionary point of view.”, J. Philosophy, 1971)