

MUSEION 2000

KULTURMAGAZIN GLAUBE, WISSEN, KUNST IN GESCHICHTE UND GEGENWART

Wahrnehmung und Bewusstsein

in der Tierwelt
und beim Menschen

Stachel der Missgunst

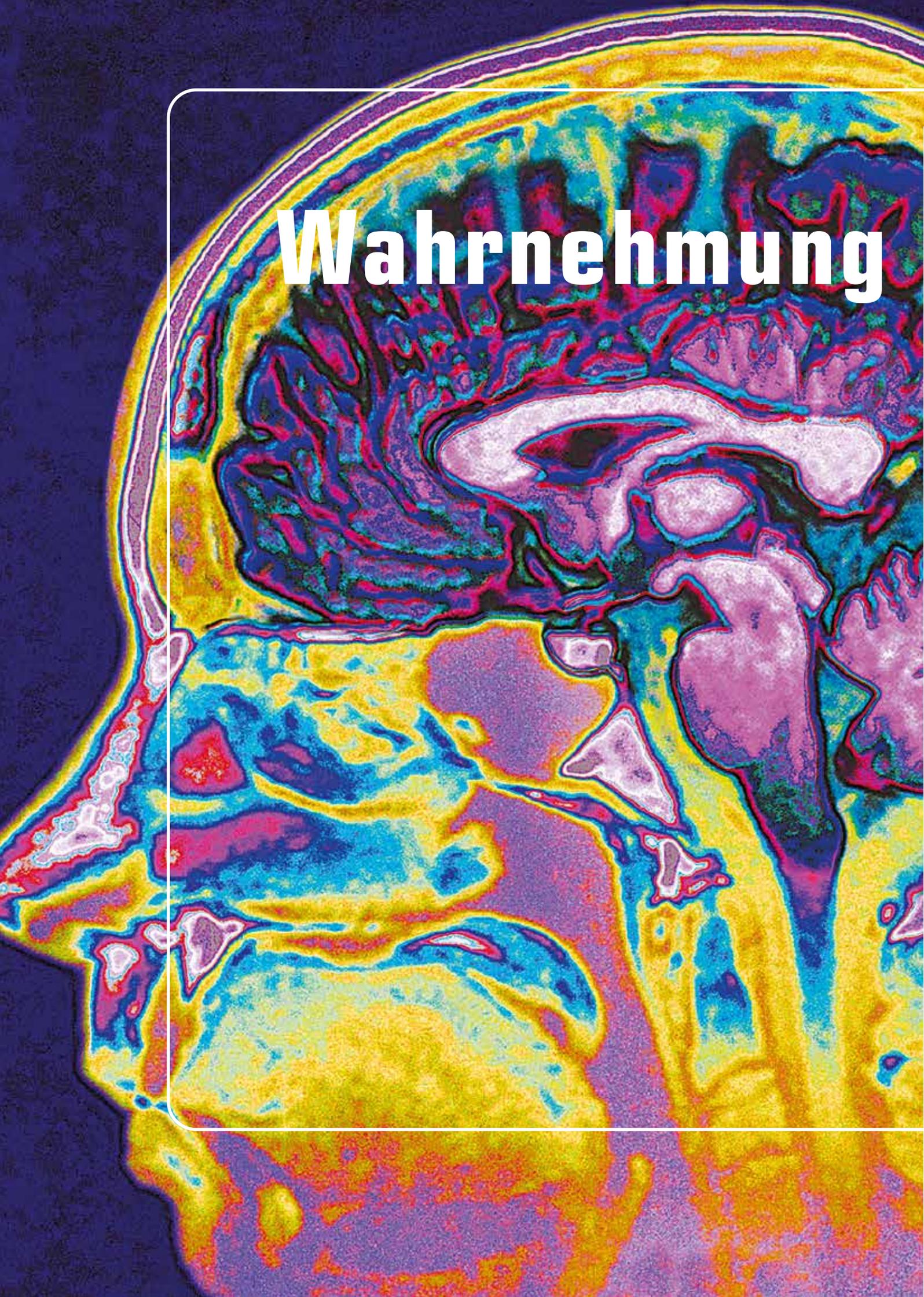
Herausforderung
durch eine quälende Gesinnung

Die Leakeys

Eine Familie auf der Suche
nach den Ursprüngen der Menschheit

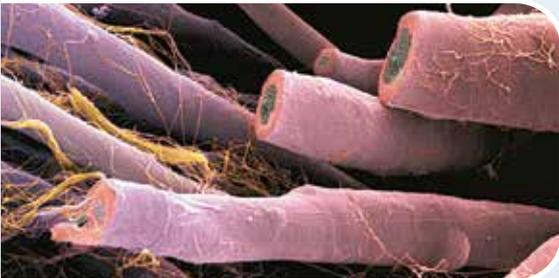


Wahrnehmung



und Bewusstsein

in der Tierwelt und beim Menschen



Die Entwicklung von Wahrnehmung und Bewusstsein geschieht beim Neugeborenen in atemberaubendem Tempo, und es gleicht einem Wunder, wie im Kindesalter die Persönlichkeit reift, sich das Denken, der Wille und sein Handeln entfalten können.

In der Tierwelt kann die Willensfreiheit, je nach Entwicklungsstufe, noch sehr eingeschränkt sein. Dennoch verfügen alle Tiere über bestimmte Formen von Wahrnehmung – und bei einigen zeigen sich sogar eindeutig Anzeichen von Bewusstsein.

Ob Pflanze, Tier oder Mensch – wo sich Leben findet, reagiert jedes Geschöpf, und sei es noch so klein, seinen Möglichkeiten entsprechend mit Massnahmen auf bestimmte Einflussfaktoren der Umwelt. Das mag auf erstes Zuhören hin etwas unglaublich klingen, und so zieht man vielleicht den voreiligen Schluss: Es ist doch unmöglich, dass selbst ein ganz einfaches Lebewesen, zum Beispiel ein tierischer Einzeller oder ein Insekt, dazu in der Lage ist. »Odoch!«, müsste man an dieser Stelle aus biologischer Sicht entgegenen, »bereits *niederstes Leben* verfügt über diese Möglichkeit.« – Darf in diesem Zusammenhang schon von Wahrnehmung gesprochen werden? Lassen wir die Frage für einen kurzen Moment noch unbeantwortet.

Üblicherweise versteht die Wissenschaft unter »Wahrnehmung« das *bewusste* Erkennen eines Objekts oder Sachverhalts durch *Sinnesempfindungen*. Diese Begriffsdefinition ist aber, wenn sie so eingengt formuliert wird, nicht direkt auf die Tierwelt übertragbar. Das lässt erkennen, dass sich diese Thematik in der Regel auf die *objektiv erfassbare Sinneswelt des Menschen* reduziert. So finden sich Aspekte zu diesem Thema in der Verhaltensforschung (Ethologie), Sinnesphysiologie, Neurologie und Wahrnehmungspsychologie, um nur einige Fachgebiete zu nennen.

Nun ist aber der Mensch aus Sicht der Entwicklungsgeschichte eng mit der Tierwelt verwurzelt. Darauf wurde unter anderem in den Beiträgen über die *Hominidenforschung* in den Heften 2/04 und 4/04 hingewiesen. Für neue Leser sei an dieser Stelle kurz erwähnt, dass die Wissenschaft unter dem Begriff Hominiden (Menschenartige) im herkömmlichen Sinne höhere Primaten versteht, die den aufrechten Gang beherrschen. Innerhalb dieser Ordnung bilden sie eine *eigene* Familie von beachtlicher Artenzahl, deren Mitglieder jedoch – sieht man vom heutigen Menschen ab – ausgestorben sind. Besonders ihre frühen Vertreter waren eigentlich mehr

Tier als Mensch. Angesichts dieser Tatsache darf die Entwicklung von *Wahrnehmung* und *Bewusstsein* nicht nur auf den Menschen, sondern muss auch auf die Tierwelt bezogen werden. Allerdings hat man dabei zwischen der niederen und der höheren Tierwelt genau zu unterscheiden, vor allem wenn es um das Bewusstsein geht. So kann man bei höher organisierten Tieren durchaus über *Formen von Bewusstsein* sprechen; beispielsweise sind im Zusammenhang mit dem *Schmerzempfinden* oder dem *Ahnungsvermögen* aufschlussreiche Aussagen möglich. Die niedere Tierwelt hingegen ist diesbezüglich nur schwer fassbar und daher im wissenschaftlichen Sinne nicht objektiv thematisierbar. Bei ihr ist indes eine Art Wahrnehmungsvermögen erkennbar, welches wir nun im Folgenden etwas genauer analysieren möchten.

Wahrnehmungsvermögen der niederen Lebewelt

Wir stellten uns eingangs die Frage, ob bereits *niederstes Leben* eine Art von Wahrnehmung aufweise. Um dies möglichst objektiv beurteilen zu können, beschränken wir uns beim ersten Lebewesen, das wir anschauen werden, auf die Frage, ob eine *reine Sinneswahrnehmung* nachweisbar sei. Das Lexikon der Biologie lässt diese Bezeichnung auch für die Tierwelt zu und versteht darunter eine *Reizverarbeitung*. Betrachten wir dazu ein Lebewesen, dessen Organismus einfach aufgebaut ist: einen *Einzeller* mit echtem Zellkern, der zu den *Eukaryoten* zählt und alle lebenswichtigen Funktionen *selbständig* ausführen kann. Urtiere dieser Art treten beispielsweise in der formreichen Gruppe der *Geisseltierchen* (Flagellaten) auf. Sie stehen an der Wurzel zum Pflanzen- und Tierreich (vgl. *Abbildung 1*) und werden von der Naturwissenschaft sowohl dem zoologischen als auch dem botanischen System zugeordnet. Geisseltierchen besitzen eine oder mehrere Geisseln (*Abbildung 2*), mit deren Hilfe sie sich bewegen können;

zudem können sie im Bereich des so genannten Augenflecks, an der Geisselbasis, über einen Photorezeptor verfügen (*Abbildung 3*). Dieser registriert Lichteinwirkungen und ermöglicht entsprechende Reaktionen auf Lichtreize. Jede periodische Verdunkelung löst durch den *Photorezeptor* einen veränderten Geisselschlag aus, durch den die Längsachse des Zellkörpers schliesslich in Einfallrichtung des Lichts gedreht wird (Phototaxis). Im Grunde genommen ist es unglaublich, wozu ein solches Geisseltierchen in der Lage ist. Der Photorezeptor hat die Funktion eines 'Sensors' und verhilft dem Einzeller zu einer Art Lichtsinn, der allerdings sehr einfach aufgebaut ist. Dennoch ist erkennbar, dass eine *Reizaufnahme* stattfindet, was gemäss dem Lexikon der Biologie mit Sinneswahrnehmung bezeichnet werden darf.

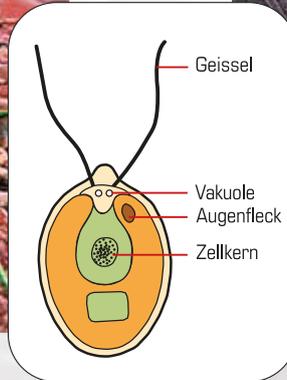
Dieser Vorgang soll nun am Beispiel eines weiteren, tierischen Einzelllers, nämlich des Pantoffeltierchens *Paramecium caudatum* (*Abbildung 4*), näher ergründet werden. Dieser Süsswasserbewohner, der auch im Brackwasser leben kann und zur Familie der *Wimpertierchen* (*Ciliaten*) zählt, ist ungefähr zwei bis drei Zehntelmillimeter gross und findet sich vorzugsweise in nährstoffreichen Gewässern. Die etwa 5000 bis 15000 kleinen Wimperchen, die so genannten *Cilien*, verleihen dem Pantoffeltierchen eine ausserordentliche Wendigkeit. Dies alleine ist schon bemerkenswert – doch dieser Einzeller kann noch mehr. Das Pantoffeltierchen ist in der Lage, differenziert auf bestimmte Einflussfaktoren zu reagieren: auf mechanische Hindernisse, elektrische Spannung, eine zu hohe oder zu niedrige Temperatur sowie auf Veränderungen von Sauerstoff-, Kohlendioxid- oder Säurekonzentration. Wird die Reizschwelle zu gross, zeigt das Pantoffeltierchen unmittelbar eine Reaktion: Es stoppt in seiner Fortbewegung, schwimmt ein Stück rückwärts, bleibt stehen und führt eine Wendung aus; anschliessend schwimmt es entweder nach vorne,

Sinneswahrnehmung

von Geissel- und Pantoffeltierchen (selbständige Einzeller, Eukaryoten)



1: Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme eines Chlamydomonas-Geisseltierchens

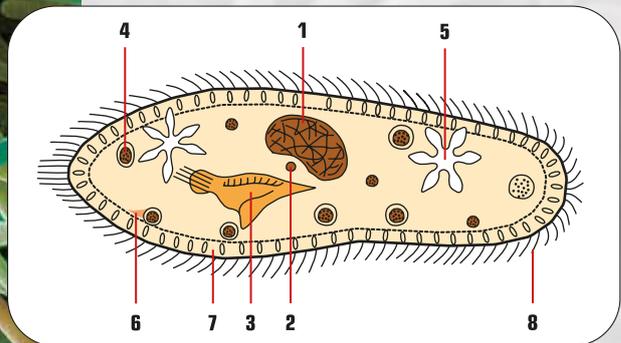


2: Geisseln dienen dem Einzeller zur Fortbewegung.

3: Schnitt durch die Zelle des Geisseltierchens Chlamydomonas



4: Zwei Pantoffeltierchen bei der Fortpflanzung (Kernaustausch)



5: Zellaufbau (Organellen) eines Pantoffeltierchens:
1) Makrokern, 2) Mikrokern, 3) Zellafter, 4) Nahrungsvakuole, 5) kontraktile Vakuole, 6) Zellafter, 7) Trichozysten (membranumgebende Struktur), 8) Cilien

bis es wieder vor die Reizschranke stösst, oder es verbleibt in einem optimalen Bereich. Immer wieder erfüllt es uns mit Staunen, was für Vorgänge in einer Welt ablaufen, der wir kaum Bedeutung zumessen, da wir sie von blossen Auge nicht erfassen können.

Offensichtlich hat man es auch hier mit einer Form von Wahrnehmung zu tun, die für die Verhältnisse dieses tierischen Einzellers enorm ist. Man stelle sich nur einmal im Vergleich dazu vor, ein Wissenschaftsteam würde mit

der Aufgabe betraut, alle Fähigkeiten dieses Lebewesens *künstlich* nachzubauen. Das wäre ein hoffnungsloses Unterfangen – es würde allein schon an der Miniaturisierung scheitern. Besonders aufwendig wäre es bei der Sensorik, wenn es beispielsweise um die Erkennung mechanischer Hindernisse ginge oder um die Messung von Säurekonzentrationen. Daher stellt sich die Frage, wo die Sensoren, die in der Sinnesphysiologie *Rezeptoren* genannt werden, beim Pantoffeltierchen zu finden sind. *Abbildung 5* zeigt

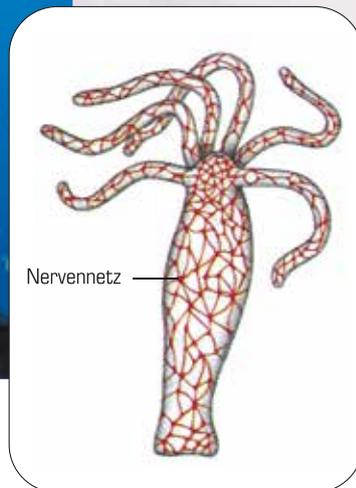
schematisch die einzelnen 'Organe' – beim Einzeller spricht man von *Organellen*. Erkennbar sind beispielsweise der *Zellmund*, *Nahrungsvakuolen* oder der *Zellafter*. Man vermutet, dass spezifische Koordinationsmechanismen vorhanden sind, die *funktionell* dem Nervensystem höher organisierter Tiere gleichen; jedoch sind keine eigentlichen Organellstrukturen erkennbar, die spezifisch *Thermo-*, *Chemo-* oder *Elektrotaxien* auslösen könnten. Um den Sachverhalt nicht unnötig zu komplizieren,

Nervensysteme von niederen Tieren

Von deren Organisationsgrad hängt die Sinneswahrnehmung und indirekt auch das angeborene Können ab



6 b: Süßwasserpolymp (Hydra viridis)

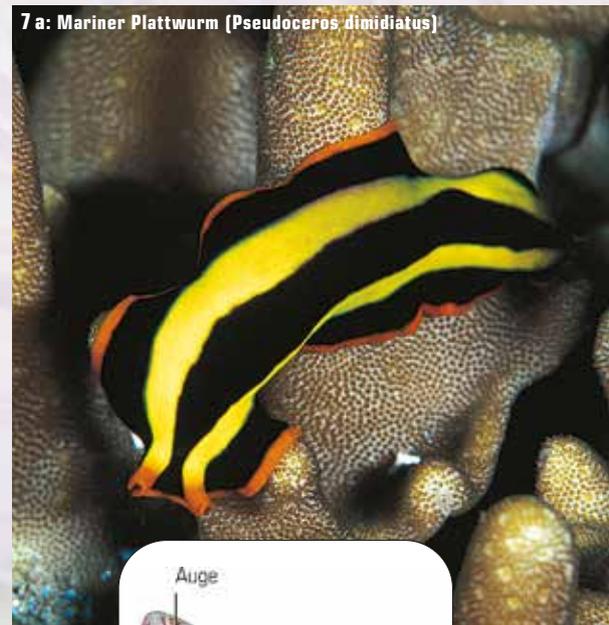


6 a: Diffuses Nervennetz des Süßwasserpolympen »Hydra«

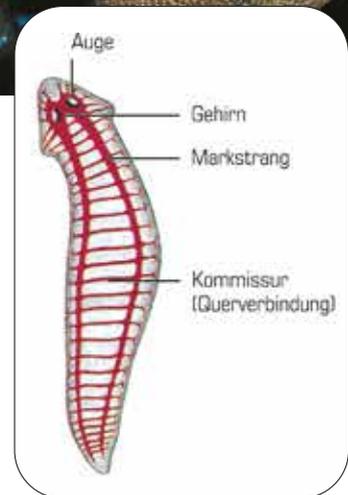
beschränken wir uns im Folgenden auf drei typische Verhaltensmerkmale, welche beim Pantoffeltierchen bekannt sind: Unter den erwähnten Thermotaxien versteht man Bewegungsreaktionen infolge von Temperaturveränderungen; Elektrotaxien beschreiben Reaktionen auf die Einwirkung elektrischer Spannung, und Chemotaxien sind Bewegungsreaktionen, die aufgrund von chemischen Stoffen (z. B. Säuren) beziehungsweise ihren Konzentrationsunterschieden hervorgerufen werden. Nun fehlt aber dem Pantoffeltierchen für all dies die eigentliche Sensorik – es sind keine Rezeptoren vorhanden und auch kein eigentliches Nervensystem, das Sinnesreize verarbeiten würde. Trotzdem ist es dem Wimpertierchen möglich, auf derart unterschiedliche Einflüsse koordinierte Bewegungsreaktionen auszuführen.

Wie ist so etwas möglich? Da als Verarbeitungsort offensichtlich keine erkennbare Zellstruktur auszumachen ist, muss es sich beim Pantoffeltierchen wahrscheinlich um eine erweiterte Form von

Wahrnehmung handeln. Wir wollen daher versuchen, das Thema auf eine andere Weise anzugehen, indem wir uns auf jene Ursache konzentrieren, welche das *Leben* ausmacht. Jeder Organismus, und sei er noch so klein, weist ganz bestimmte Verhaltensmerkmale auf. Man könnte auch sagen, er verfüge über eine *Lebenskraft*, die ihm solches ermöglicht. Vorsichtigerweise wollen wir bei einem so kleinen Lebewesen noch nicht von *innewohnendem* Leben sprechen, sondern ganz allgemein von Leben, das, drücken wir es so aus, an den Zellorganismus *gebunden* ist. Nun, wenn dieses an die organische Materie gebundene Leben tragender Teil der Infrastruktur ist, welche erst in ihrer *Gesamtheit* dem irdischen Lebewesen sein spezifisches Können ermöglicht, wäre dies eine plausible Erklärung dafür, dass Wahrnehmung mehr ist als nur ein physiologisch erklärbarer



7 a: Mariner Plattwurm (Pseudoceros dimidiatus)



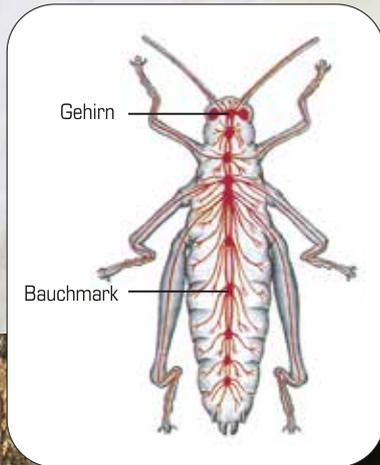
7 b: Strukturiertes Nervensystem eines Plattwurms (Planarie)

Sinnesreiz. Zurzeit ist es allerdings der Wissenschaft noch nicht möglich, mehr darüber in Erfahrung zu bringen. Jedenfalls ist das Wahrnehmungsvermögen des Pantoffeltierchens aussergewöhnlich, und es bedarf einer möglichst ganzheitlichen Betrachtungsweise, damit keine elementaren Einflussfaktoren beziehungsweise Infrastrukturelemente unbeachtet bleiben.

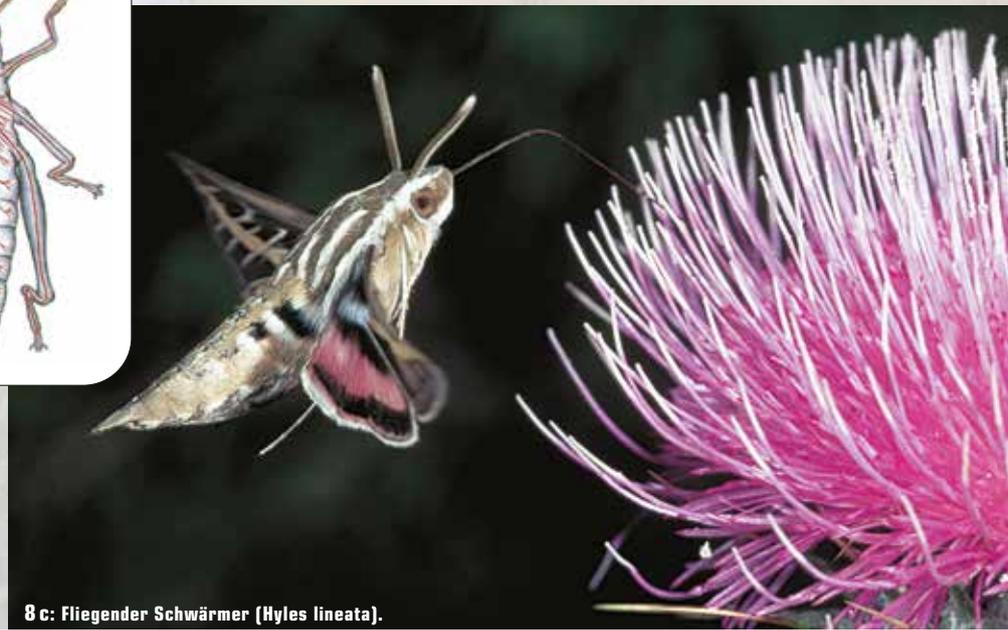
Das Nervensystem – eine wichtige Infrastruktur, die der differenzierten Wahrnehmung dient

Am Beispiel des Pantoffeltierchens lernten wir eine Form von Wahrnehmung kennen, die nicht

8 a: Leistungsfähiges Nervensystem eines Insekts



8 b: Flugkünste einer Biene



8 c: Fliegender Schwärmer (*Hyles lineata*).

durch das Vorhandensein einer erkennbaren Zellstruktur erklärt werden kann; dies veranlasste uns, darauf aufmerksam zu machen, dass das Wahrnehmungsvermögen, generell betrachtet, auch einer *Ursächlichkeit* unterliegen muss, die nicht körperlich ist, sondern die im Lebendigen beziehungsweise in der Lebenskraft eines Wesens liegt. Gerade im Zeitalter des rasanten Fortschritts in Forschung und Technik scheint es wichtig, dass diese ganz elementare Erkenntnis nicht in Vergessenheit gerät. Darauf sei an dieser Stelle besonders hingewiesen, da wir uns im Folgenden mit dem Fachgebiet der Sinnesphysiologie näher beschäftigen möchten, welches sich naturgemäss mit *Lebensvorgängen*

und *Funktionen* des Organismus befasst. In der Regel wird das Lebendigmachende, diese seelische Komponente, dabei nicht thematisiert. Dennoch sind auch diese physiologischen Erkenntnisse aus ganzheitlicher Sicht äusserst aufschlussreich, denn das gesamte System von Wahrnehmung und Bewusstsein ist letztlich eng vernetzt mit Körper und Seele. Die Stärke der Sinnesphysiologie liegt darin, dass sie einen wichtigen Teil des Wahrnehmungsvermögens objektiv aufzuzeigen vermag, nämlich die *Verarbeitung von Sinnesreizen*. In diesem Zusammenhang spielt der *Organisationsgrad* des Nervensystems eine ganz entscheidende Rolle.

Bereits bei einfachen Entwicklungsstufen der niederen Tierwelt, wie den Hohltieren, existiert es in Form eines diffusen Nervennetzes. Die *Abbildung 6a* veranschaulicht das *Nervennetz* eines *Süsswasserpolypen* (*Abbildung 6b*), welches bei diesem Wasserbewohner noch relativ einfach ausgebildet ist; ein übergeordnetes Zentrum beziehungsweise ein Gehirn ist jedoch noch nicht erkennbar. Trotzdem darf bei diesem Lebewesen von einer eingeschränkten Art von Wahrnehmung, der Sinneswahrnehmung, gesprochen werden, da das Nervennetz über

spezielle Sinnes-, Nerven-, und Nesselzellen verfügt. Letztere lösen bei Berührung sogar einen Kapselmechanismus aus, der dem Beutefang dient.

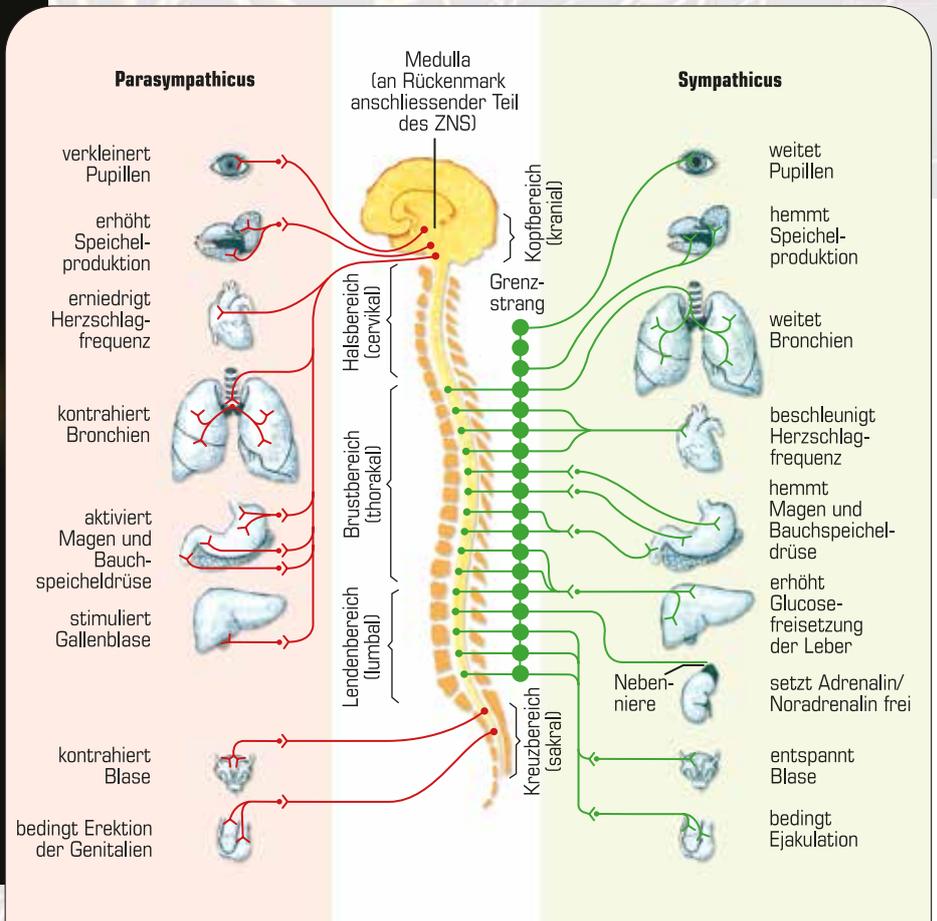
Bei einer weiteren Lebensform, der Planarie, einem *Plattwurm* (*Abbildung 7a*), ist das Nervensystem bereits strukturierter. Es ist orthogonal gegliedert; das heisst, paarig angeordnete Markstränge, die zusätzlich mit quer laufenden Nervensträngen verbunden sind, durchziehen den Körper der Länge nach (*Abbildung 7b*). Am Kopfende befinden sich zwei Augen und, erkennbar, ein Gehirn, welches Informationen der Sinnesorgane, beispielsweise der Augen, verarbeiten kann. Im Vergleich zum Süsswasserpolypen verfügt dieser Plattwurm bereits über ein etwas höher organisiertes Nervensystem.

In der Tierwelt sind allein durch die Analyse der verschiedenen Nervensysteme *unzählige Entwicklungsstufen* erkennbar. Noch leistungsfähiger als beim Plattwurm ist das Nervensystem beim *Insekt* (*Abbildung 8a*), denn dieses Lebewesen muss über eine schnelle und präzise Sinneswahrnehmung verfügen, um beispielsweise die Fähigkeit des Fliegens zu beherrschen (*vgl. Abbildungen 8b/8c*). Dank der

Funktionsweise des Nervensystems beim Menschen

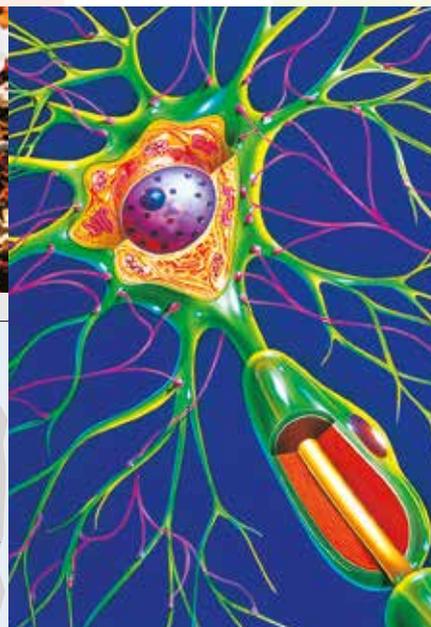


9: Zentrales und peripheres Nervensystem des Menschen

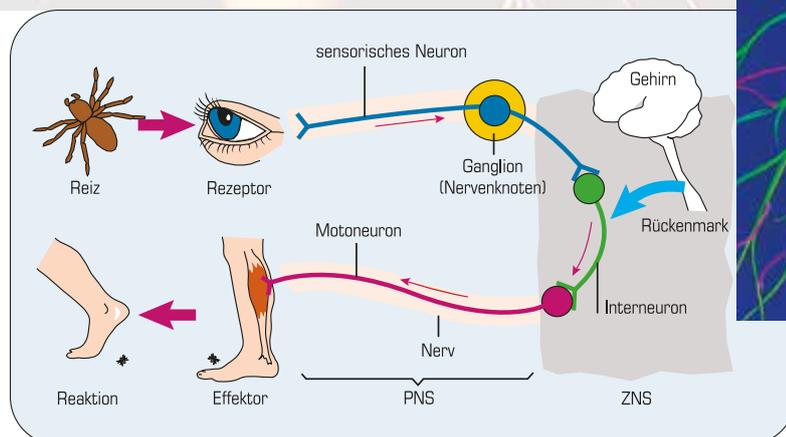


10: Funktionsweise des autonomen Nervensystems

11: Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme von Neuronen (beige) und Gliazellen (orangebraun)



12: Illustration einer Nervenzelle mit Dendriten (grün) und Axon (unten rechts)



13: Schematisches Fallbeispiel zu Infrastruktur und Arbeitsweise des Nervensystems

Verhaltensforschung lässt sich aufzeigen, dass ein Insekt nur über wenig Willensfreiheit verfügt und stark an seine Triebe (Instinkte) gebunden ist. Dennoch müssen bei diesen Lebewesen hoch entwickelte Sinnesleistungen vorhanden sein, damit mit Hilfe des angeborenen Könnens das Fliegen bewerkstelligt werden kann. Die Aufnahme von Hell-Dunkel-Sinnesreizen, wie dies beim eingangs angesprochenen Geisseltierchen der Fall ist, genügt hier nicht mehr. Um eine Steigerung in der Wahrnehmungsfähigkeit erzielen zu können, müssen beim Insekt weitere Sinnesreize schnell und präzise ausgewertet werden können.

Die höchste Entwicklung weisen die Nervensysteme der Wirbeltiere beziehungsweise dasjenige des Menschen auf. Letzterem möchten wir uns nun etwas näher widmen. Dieses Nervensystem ist eine äußerst komplexe, aus zahlreichen Komponenten bestehende Einheit (Abbildung 9). Man teilt es in hierarchisch strukturierte, funktionelle Untereinheiten ein. Das Gehirn und das Rückenmark werden dabei zum *Zentralnervensystem* (ZNS) zusammengefasst. Das übrige Nervengewebe zählt zum *peripheren Nervensystem* (PNS). Den verschiedenen Aufgaben entsprechend, lassen sich bei diesem Nervensystem zwei Funktionssysteme unterscheiden: die *sensorische Untereinheit*, welche mit Hilfe der Übertragung von Sinnesreizen dem Lebewesen eine Kommunikation mit seiner Umwelt ermöglicht, und die *motorische Untereinheit*. Sie dient einerseits als *autonomes Nervensystem* (Abbildung 10), um die Regulation von Lebensfunktionen wie Atmung, Verdauung, Sekretion, Wasserhaushalt und Körpertemperatur sicherzustellen, und andererseits als *somatisches Nervensystem* zum Senden von Signalen an die Muskulatur, welche normalerweise der bewussten Kontrolle unterliegen, beispielsweise um einen Körperteil zu bewegen.

Funktionsweise des Nervensystems

Will man genau wissen, wie differenziert ein Tier Geschehnisse der Umwelt erfährt beziehungsweise wie es um seine Sinneswahrnehmung steht, ist der erwähnte Organisationsgrad des Nervensystems ein wichtiger Indikator. Besonders höher organisierte Wirbeltiere, allen voran die *Säugetiere* und die *Vögel*, verfügen über vielfältige Sinnesorgane, die darauf spezialisiert sind, auf einen gewissen Bereich von Umwelteinflüssen zu reagieren. Zu den klassischen Sinnesorganen zählen das Auge, das Ohr, das Geschmacksorgan der Zunge, das Riechorgan der Nase sowie das Tast- und das Temperaturorgan der Haut. Auch wird aus Sicht der Sinnesphysiologie das so genannte *nozizeptive System* – darunter versteht man das Schmerzerfassen – als Sinnesorgan bezeichnet. Die Sinnesorgane sind eng mit dem Nervensystem vernetzt. Dieses dient, wie bereits angesprochen, der *Aufnahme, Übertragung und Verarbeitung* von Informationen sowie der *Koordination* von Organfunktionen. Das Nervensystem besteht hauptsächlich aus zwei Zelltypen: *Neuronen* und *Gliazellen* (Abbildung 11). Neuronen sind diejenigen Zellen, welche die Informationen entlang den Kommunikationswegen des Nervensystems leiten. Die Gliazellen – sie werden auch als Stützzellen bezeichnet – sind nicht unmittelbar an der Weiterleitung der Nervenimpulse beteiligt, vielmehr sind sie für die Funktionsfähigkeit und strukturelle Integrität der Neuronen notwendig. Am Beispiel eines Wirbeltier-Neurons möchten wir nun die hochkomplexe Funktion des Nervensystems etwas näher kennen lernen.

Abbildung 12 zeigt den schematischen Aufbau einer Nervenzelle, die zusammen mit den Fortsätzen als Neuron bezeichnet wird. Sie stellt die funktionelle Grundeinheit des Nervensystems dar und ermöglicht die Signalübertragung von einem

Ort des Körpers zum anderen. Obwohl es viele unterschiedliche Typen von Neuronen gibt, lassen sich bei ihnen bestimmte Gemeinsamkeiten erkennen: Ein Neuron hat einen relativ grossen Zellkörper, meist mit langen Fortsätzen, wodurch die Distanz der Signalübertragung erhöht wird. Die Fortsätze sind vergleichbar mit Datenleitungen, über die die Nervenzelle Reizsignale empfängt (Dendriten) oder absendet (Axon). Diese zellulären Bausteine besitzen sensorische Fähigkeiten, das heisst, sie leiten Informationen in Form von elektrischen Signalen weiter; diese werden von den Rezeptoren – spezialisierten Nervenzellen zur Aufnahme von Reizen in der Haut und in den inneren Organen – übernommen. Die Infrastruktur des zentralen Nervensystems, zu dem auch das Gehirn zählt, wirkt bei der gesamten Informationsverarbeitung gewissermassen wie eine *Koordinationsstelle* mit ein und ist *infrastrukturell* verantwortlich, dass in der Empfängerregion, beispielsweise bei einem Muskel oder einer Drüse, ein Aktionspotenzial ausgelöst wird. Um diesen Vorgang praxisnäher veranschaulichen zu können, ist in *Abbildung 13* ein Fallbeispiel aufgeführt. Es zeigt den schematischen Ablauf, hier vom Erkennen einer Spinne, die sich dem Fuss des Probanden nähert, bis zu seiner eigentlichen Reaktion – in diesem Fall weicht er der Spinne aus und entfernt sich.

Anzeichen von Bewusstsein: Ahnungsvermögen und tatsächliches Erleben von Schmerz beim Tier

Die Erklärungen und Schilderungen zum Aufbau des Nervensystems lassen erkennen, dass seine Infrastruktur Mittel ist, um Sinneswahrnehmungen zu erfahren; mit Hilfe der objektiven Sinnesphysiologie konnte dies anschaulich aufgezeigt werden. Nun stellt sich besonders bei höher organisierten Lebensformen der Tierwelt, welche

meist über eine *ausgezeichnete* Wahrnehmung verfügen, die Frage, inwiefern das Erfahren der Umwelt *bewusst* wahrgenommen wird (Abbildung 14/15). Zuweilen ist dies nur sehr schwer erkennbar, da Tiere im Verhalten ausgeprägt triebbehafet sein können – man denke nur an den Jagdtrieb einer Hauskatze (Abbildung 16) oder gewisser Hunde (Abbildung 17). Dennoch ist in ihrem Verhalten eindeutig auch ein Anteil von Willensfreiheit zu erkennen. So besitzen diese Tiere ein Ahnungsvermögen, das heisst, sie spüren, was in gewissen Situationen als Nächstes geschieht oder geschehen könnte, und sie erhalten auf diese Weise die Möglichkeit, sich individuell darauf einzustellen. Solches Verhalten äussert sich ansatzweise sogar bei sehr scheuen Tieren. Von Menschen gehaltene Zwerghasen etwa haben ein untrügliches Empfinden, dass Kinder, die sich ihnen zutraulich nähern, keine Gefahr darstellen. Dabei treten zwischen den einzelnen Individuen innerhalb dieser Tierart wesentliche Unterschiede im Charakter zutage. Das eine Tier lässt es sich ohne weiteres gefallen, wenn es aus dem Gehege genommen wird, während ein anderes dies nicht will – ihm passt es besser, wenn die Kinder im Gehege mit ihm spielen. An diesem Beispiel wird erkennbar, dass sich die kleinen Säugetiere auf ihnen vertraute Situationen einstellen können und sogar zeitweilig den Fluchttrieb unterbinden. Dieses sind Anzeichen in Richtung Bewusstsein. Es muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass es sich hierbei um eine sehr einfache Bewusstseinsstufe handelt, die *nicht* mit derjenigen des Menschen vergleichbar ist.

Es gibt eine Vielzahl von Situationen, die darauf hindeuten, dass Tiere gewisse Geschehnisse bewusst wahrnehmen. Sehr hilfreich sind in diesem Zusammenhang, wie wir feststellten, neurologische Erkenntnisse. Denn je höher die Funktion und der Aufbau des Nervensystems entwickelt sind, umso mehr ist die Voraussetzung gegeben zu einer differenteren und letztlich auch bewussten Wahrnehmung. Konkret

lässt sich dies anhand von Schmerz-erlebnissen beim Tier nachvollziehen. Dazu einige ergänzende Informationen, bevor wir uns mit dem Bewusstsein des Menschen näher beschäftigen.

In den letzten Jahren konnte sowohl in der Veterinärmedizin als auch innerhalb der Gesellschaft eine steigende Aufmerksamkeit gegenüber dem Problem des Schmerzes bei Haus- und Nutztieren beobachtet werden. Wir hatten vorhin im Zusammenhang mit den Sinnesorganen höher organisierter Wirbeltiere festgestellt, dass das System des Schmerzempfindens als *eigenes* Sinnesorgan angesehen wird. Es sind die erwähnten nozizeptiven Neuronen, Nervenzellen, die Schmerzreize registrieren, wenn beispielsweise eine Gewebeschädigung vorliegt. Das hoch entwickelte Nervensystem der Wirbeltiere ist imstande, Schmerzreize differenziert zu verarbeiten. In Bezug auf ihr Schmerzempfinden formuliert der Veterinärmediziner *Dr. Ludo J. Hellebrekers* an der Universität Utrecht in den Niederlanden den Sachverhalt wie folgt:

»Betrachten wir den anatomischen Aufbau des zentralen Nervensystems mit der Organisation von Gehirn, Rückenmark und peripherem Nervensystem zusammen mit den neurophysiologischen Charakteristiken, so lassen sich viele Gemeinsamkeiten zwischen Mensch und Tier erkennen. Der entscheidende Unterschied liegt in der Tatsache, dass Menschen im Gegensatz zum Tier ihr Schmerz Erlebnis verbal äussern können. Trotz dieses Unterschiedes wird mittlerweile allgemein akzeptiert, dass Tiere tatsächlich Schmerzen erleben.«

In erweitertem Sinne bedeutet dies, dass das *tatsächliche Erleben* von Schmerz ohne den Einfluss des Bewusstseins gar nicht möglich ist. Dies ist eine wichtige Kernaussage. Da sich Tiere bei auftretenden Schmerzen nicht verbal äussern können, drückt sich bei ihnen die Schmerzerfahrung durch eine veränderte Verhaltensweise aus. Das Tier spielt beispielsweise nicht mehr,

oder es zieht sich aus dem sozialen Umfeld zurück. Was die Schmerztherapie bei Tieren betrifft, ist heute die Problematik erkannt, und langsam stellt sich in der Schmerzforschung ein Umdenken ein. Einen wesentlichen Beitrag leistete dazu die Humanmedizin, welche sich heute nicht nur aufs Heilen konzentriert, sondern auch schmerztherapeutische Massnahmen mit einbezieht. Die folgenschwere ideologische Überzeugung, die so genannte kartesische Definition von Schmerz, die auf *René Descartes* (1596–1650) zurückgeht und besagt, dass

»nur Lebewesen, die einer Sprache mächtig sind, die Fähigkeit haben, Schmerzen zu fühlen«,

konnte auf diese Weise entkräftet werden. Glücklicherweise haben neue Erkenntnisse, Sensibilität und Praxiserfahrung dazu geführt, sich von diesem falschen und nicht mehr zeitgemässen Denken zu distanzieren.

Wir versuchten anhand verschiedener Beispiele dem Leser aufzuzeigen, dass Fragen, welche die Wahrnehmung und das Bewusstsein in der Tierwelt betreffen, durchaus objektiv thematisiert werden können, auch wenn darüber nur unzureichend Fachliteratur existiert. Insbesondere gilt dies für Fragen, die das Bewusstsein betreffen. Dabei ist allerdings eine genaue Differenzierung vonnöten: Es muss zwischen *niederer* und *höher organisierter Tierwelt* unterschieden werden. Die niederen Tiere weisen nur eine eingeschränkte Sinneswahrnehmung auf, während Wesen der höheren Tierwelt eine ausgezeichnete Wahrnehmung aufweisen, und je nach Tierart finden sich sogar *deutliche* Anzeichen von Bewusstsein, vorausgesetzt, ihr Verhalten ist nicht nahezu nur triebgebunden. Man könnte daher durchaus von *verschiedenen Bewusstseinsstufen* sprechen, die diese Tierwelt erfährt. Behalten wir diese Erkenntnis im Gedächtnis, denn sie wird uns später bei der Bewusstseinsentwicklung

Ohne Willensfreiheit kein Bewusstsein?

Triebbedingtes Verhalten schaltet beim Tier Anzeichen von Bewusstsein aus



14/15: Das Erringen von Willensfreiheit beim Tier führt zu bewusstem Handeln, denn es wird in dieser Zeit nicht von den Trieben geleitet.



des anatomisch modernen Menschen weiterhelfen, mit der wir uns gegen Ende des Aufsatzes noch kurz beschäftigen möchten. Vorerst befassen wir uns mit dem Menschen von heute und schauen seine *Entwicklungsphasen* etwas genauer an.

Einige einleitende Bemerkungen zum Thema Wahrnehmung und Bewusstsein beim Menschen

Beim Menschen ist die Bewusstseinsstufe so hoch, dass sie den Grad der Vernunftbegabung erreicht. Vom Säuglingsalter bis zum Erwachsenen durchläuft der Mensch eine enorme Entwicklung, insbesondere was das Wahrnehmungsvermögen und das Bewusstsein betrifft. Wie sieht es nun, angesichts des eben erörterten Themas Schmerz beim Tier, mit dem Schmerzempfinden bei Neugeborenen aus? Auch hier haben sich die Ansichten in den letzten drei Jahrzehnten grundlegend geändert. Früher war man in der Medizin der Auffassung, Säuglinge würden infolge des noch nicht vollständig ausgebildeten Nervensystems ein vermindertes Schmerzempfinden aufweisen beziehungsweise Schmerzen nicht bewusst empfinden. Zu dieser aus heutiger Sicht krassen Fehleinschätzung nimmt Hellebrekers wie folgt Stellung:

Tiere können je nach Situation von einer Sekunde zur anderen vom Spielgefährten zum Jäger werden. Anstelle der verfeinerten Gefühle, beispielsweise des Ahnungsvermögens, tritt plötzlich die Kraft der Triebe in Aktion. Diese schalten bewusstes Handeln nahezu aus, denn die Zielsetzung triebbedingten Verhaltens lässt keinen grossen Spielraum mehr zu.



16: Der Jagdtrieb ist so stark, dass sich ihm meist auch die Hauskatze nicht entziehen kann – auch dann nicht, wenn sie regelmässig gefüttert wird.



17: Hunde bei der Fuchsjagd

Entwicklung von Wahrnehmung und Bewusstsein

beim Neugeborenen und beim Kleinkind



18: Ein Säugling kann von Geburt an feinste Nuancen von Gerüchen unterscheiden.



19: Neugeborene verfügen noch nicht über ein so gutes Sehvermögen. Dies ändert sich innerhalb weniger Wochen. Ein dreimonatiges Baby (Abbildung) erkennt bereits auf eine Distanz bis 50 cm die Mimik seines älteren Geschwisters.

»In der humanen Anästhesiologie [Schmerzbetäubung] wurde bei Neugeborenen gerade diese Betrachtungsweise des Nervensystems über eine lange Zeit unterstützt. Dies führte zu Situationen, in welchen Neugeborene in den siebziger und frühen achtziger Jahren ohne jegliche Form einer Schmerzunterdrückung kleineren chirurgischen Eingriffen unterzogen wurden. Seither durchgeführte Forschungen haben zweifellos bewiesen, dass sogar ganz junge Babys Schmerzen empfinden und dass zum Beispiel die Lautäusserungen während eines Eingriffes bei nicht anästhesierten Babys eindeutig von anderen Formen des nicht durch Schmerz ausgelösten Schreiens differenziert werden können.«

Neugeborene werden heute um vieles subtiler behandelt und erfahren dank den neuen Erkenntnissen aus der Schmerzforschung eine *adäquate* Schmerzbehandlung. Man ist verständiger und einfühlsamer geworden und versucht, bei ihnen medizinische Eingriffe so schmerzfrei wie nur möglich durchzuführen. Dieses Umdenken

bedeutet einen grossen Schritt nach vorne, denn auf diese Weise wird auch dem seelischen Wohlbefinden des Neugeborenen Rechnung getragen.

Sinneswahrnehmungsleistungen beim Neugeborenen

Die Erkenntnis, dass eine fehlende oder ungenügende Schmerztherapie unnötiges Leiden nach sich zieht, brachte die Wende. Rückblickend ist es erschreckend, festzustellen, wie unsensibel man bei Babys operative Eingriffe vorgenommen hatte, und dies meist auch, ohne die Eltern richtig zu informieren.

Doch nun zum erfreulicheren Teil der Sinneswelt, die dem Neugeborenen zur Verfügung steht. So ist sein Hörvermögen schon von Geburt an beachtlich gross. Das Baby kann äusserst sensibel auf störende Umgebungsgeräusche reagieren, die ihm nicht vertraut sind. Ausserdem verfügen Neugeborene über ein äusserst differenziertes Geruchsvermögen; sie können selbst feine Nuancen von Gerüchen unterscheiden,

was ihnen auf diese Weise eine starke Bindung zur Mutter ermöglicht. Studien zeigen, dass Säuglinge, die gestillt werden, die Brust ihrer Mutter von der einer anderen stillenden Frau am Geruch unterscheiden können (Abbildung 18). Dieses feine Geruchsempfinden ist für das Neugeborene sehr wichtig, denn es verfügt noch nicht über ein so gutes Sehvermögen. So sind Säuglinge nach der Geburt noch nicht in der Lage, Einzelheiten zu erkennen. Ein einmonatiges Baby sieht seinen Vater aus einer Entfernung von etwa 50 Zentimetern sehr unscharf. Doch dies ändert sich innerhalb weniger Monate rapide. Mit drei Monaten hat sich die Kontrastwahrnehmung wesentlich verbessert, und das Kind kann die Mimik seiner Eltern oder Geschwister (Abbildung 19) visuell wahrnehmen. Auch die Entwicklung der Sprachwahrnehmung schreitet in atemberaubendem Tempo vorwärts. Zunächst vermag der Säugling über Tonfall, Klang und Modulation der Sprache des sich ihm zuwendenden Erwachsenen Wesentliches wahrzunehmen; er nimmt also über die Gefühls- und



20: Junge Erdenbürger sind sehr intuitiv: Sie erfühlen die Stimmung und hören auch gerne zu.

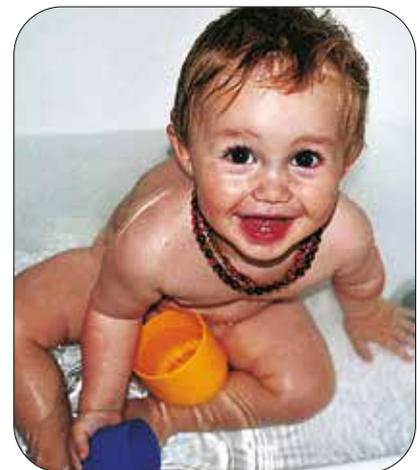


22: Der Prozess der Selbstwahrnehmung schreitet schnell voran: Im ersten Halbjahr lässt sich beobachten, wie das Baby seine Finger und Hände aufmerksam zu betrachten beginnt.

Empfindungsebene Wichtiges wahr, erfasst Stimmungen und ihm entgegengebrachte Gefühle. Später, wenn die Wachphasen ausgedehnter sind, hören Babys ihren Eltern aufmerksam zu, und dabei erstaunt immer wieder, was ein so kleines Geschöpf bereits an Informationen aufnehmen kann und wie gut es sie versteht (Abbildung 20). Sagt man beispielsweise einem Halbjährigen, es sei nun Zeit für seinen Mittagsschlaf, so zeigt sein Gesichtsausdruck in der Regel mehr als deutlich,

diese Meinung auch teilt. Die Erfahrung lehrt, dass bereits Kinder im Babyalter viel mehr verstehen, als gemeinhin angenommen wird. Zwar hatten schon ab Mitte des vergangenen Jahrhunderts massgeblich zwei Pionierinnen, die französischen Ärztinnen und Psychiaterinnen *Françoise Dolto* (1908 bis 1988) und *Caroline Eliacheff* (geb. 1947), dieser in der psychiatrischen Praxis gewonnenen Tatsache Bahn zu brechen versucht. Es verfloss und verfließt indes noch viel Zeit, bis man

21: Die Umgebung zu erkunden und einen Gegenstand kraftvoll zu umfassen, braucht eine Portion Neugier, viel Willenskraft und Ausdauer.



23: Seinen Körper als leibliches Ganzes wahrzunehmen, ist für die menschliche Existenz eine zentrale Erfahrung.

ob es diese Erkenntnis im Alltagsleben im Umgang mit Säuglingen und kleinen Kindern einfließen lässt.

Das Wahrnehmungsvermögen des Neugeborenen geht weit über die Sinneswahrnehmung hinaus

Das bewusste Verstehen von Neugeborenen und von Säuglingen geht offenkundig weit über den Prozess einer Sinneswahrnehmung hinaus (vgl. Abbildung 21). Dies lässt sich auch sehr eindrücklich anhand der Selbstwahrnehmung erläutern. So verfolgt schon ein wenige Wochen alter Säugling einen Gegenstand, beispielsweise ein Kuscheltierchen,

mit den Augen, und er versucht dieses zu berühren. Im ersten Halbjahr lässt sich beobachten, wie das kleine Kind die Bewegungen seiner Finger und Hände aufmerksam zu betrachten beginnt. Als Zuschauer gewinnt man dabei den Eindruck, dem Kleinen werde bewusst, dass es selbst es sei, das die Finger bewege (Abbildung 22):

»Das Kind nimmt sich, soweit sich dies beurteilen lässt, erstmals selbst als leibliches Ganzes wahr [Abbildung 23]. Es stellt fest, dass es über die Bewegungen seines Leibes verfügt und seine Gliedmassen benützen kann. Damit hat das Kind erstmals sich selbst in seiner leiblichen Beschaffenheit erfahren. Diese Selbstwahrnehmung ist eine für die menschliche Existenz zentrale Erfahrung, sie wurde aber in der Psychologie lange vernachlässigt.«

Das hier von Prof. Dr. med. Heinz Stefan Herzka (geb. 1935) beschriebene Defizit ist auch in der Wahrnehmungspsychologie deutlich erkennbar. Entsprechende Untersuchungen stützen sich nämlich ganz wesentlich auf die verschiedenen Sinnesleistungen und die damit verbundenen *neurophysiologischen* Abläufe, welche die Beziehungen zwischen Sinnesreizen und neuronalen Prozessen beschreiben. Diese primär auf organische Funktionen beschränkte Sichtweise ist nicht unproblematisch, denn das *Seelische* wird dabei ausgeklammert. Die von Herzka beschriebene Selbstwahrnehmung, aber auch die höhere Sprachwahrnehmung sind jedoch aus ganzheitlicher Sicht nur möglich, wenn die Sinneswahrnehmung in Verbindung mit dem menschlichen Bewusstsein steht. Man tritt an dieser Stelle an einen zentralen Scheideweg: Ist der *Sitz* des Bewusstseins eine rein neurophysiologische Angelegenheit, was überspitzt formuliert heissen würde, er finde sich im *Gehirn* – oder ist das Bewusstsein vielmehr seelischer Natur und das

entsprechende Nervensystem nur die dazu notwendige *Infrastruktur*?

War der frühe anatomisch moderne Mensch bereits vernunftbegabt?

Interessanterweise sind in dieser Beziehung Erkenntnisse der *Entwicklungsgeschichte zum Menschen* wegweisend. Wie in Heft 4/04 angesprochen, geht die moderne Hominidenforschung davon aus, dass der *anatomisch moderne Mensch* vor etwa 100 000–130 000 Jahren im *Nahen Osten* sowie in *Afrika* in Erscheinung trat. Dieser *Homo sapiens* hatte bereits einen ähnlich modernen Körperbau, wie wir ihn besitzen, das heisst eine Anatomie, die mit der unsrigen vergleichbar ist. Nun zur ganz zentralen Frage: Über was für eine *Bewusstseinsstufe* verfügte dieser Mensch? War er schon *vernunftbegabt*? Anhand archäologischer Signale kann hierzu erstaunlich genau Auskunft erteilt werden. Der bekannte Paläoanthropologe *Richard Leakey* beschreibt dessen Hinterlassenschaft treffend in einem kurzen Satz:

»Stagnation, nicht Innovation charakterisierte die neue Ära.«

Der anatomisch moderne Mensch war demnach in seiner Wesensart noch *sehr einfach strukturiert*. Er verfügte noch nicht über ein Denken, wie wir es in uns tragen. Erst mit dem Auftreten des sich *kulturell* betätigenden Menschen geschah die entscheidende Veränderung, welche alles Bisherige in den Schatten stellte. Nur ihm war eine so *hohe* Bewusstseinsstufe gegeben, die Voraussetzung für die Vernunftbegabung ist. Als sich diese Form höheren Bewusstseins zu entfalten begann, wurde das Wesen des Menschen mit seinen ihm eigentümlichen Fähigkeiten gestärkt, und erst ab diesem Zeitpunkt ist eine wirklich menschliche Kultur mit künstlerischer Fertigkeit nachweisbar.

Nun lässt sich die zuvor gestellte Frage doch recht eindeutig

beantworten: Vom neurophysiologischen Standpunkt aus betrachtet, dürften alle Vertreter des *Homo sapiens* *ähnlich* gelagert sein. Sie verfügten über ein hoch entwickeltes Nervensystem und ausgezeichnete Sinnesleistungen. Ihre Anatomie war modern. Hingegen ist vom seelischen Standpunkt aus ein elementarer Unterschied feststellbar: Erst der sich kulturell betätigende *Homo sapiens* hatte die menschliche Bewusstseinsstufe errungen. In Europa geschah dies vor etwa 35 000 Jahren. Der rund 100 000 Jahre ältere *Homo sapiens*, der gemäss heutiger Fundlage im *Nahen Osten* und in *Afrika* lebte, war vom seelischen Standpunkt aus noch nicht in der Lage, sich kulturell zu betätigen. Wohl verfügte er über eine Bewusstseinsstufe, die etwas fortgeschrittener war als diejenige seiner Vorgänger, aber dies ermöglichte ihm noch kein richtiges Menschsein. Ist die Ursache darin zu suchen, dass sich das in der Seele eingeschlossene Bewusstsein bei ihm *nur teilweise* entfalten konnte? Dies würde erklären, warum trotz der vielen gemeinsamen neurophysiologischen Charakteristiken die Bewusstseinsstufen so unterschiedlich ausgefallen sind. ☹

Bildquellen

S. 5 o., 6, 7 (2. und 4.), 11 re. und li. u., 15 o. li. sowie u., 16 li. und 17 li. u.: Corbis. S. 7 u., 16 re. und 17 re.: ABZ-Bildarchiv. S. 9 o. Mitte (nach I. Szász) sowie u. re., 10 u., 11 li. o. sowie 12 o. re. und u. li. (nach Campbell): S. Ingold. S. 10 o. li.: blickwinkel. S. 15 o. re.: Arco. Übrige Bilder: SPL/Focus.

Literatur

Niels Birbaumer und Robert F. Schmidt, *Biologische Psychologie*, Heidelberg 2003. Neil A. Campbell, *Biologie*, Heidelberg 2000. E. Bruce Goldstein, *Wahrnehmungspsychologie*, Heidelberg 2002. Ludo J. Hellebrekers (Hg.), *Schmerz und Schmerztherapie beim Tier*, Hannover 2001. Heinz Stefan Herzka, *Die neue Kindheit*, Basel 1991. Richard Leakey, *Die ersten Spuren – über den Ursprung des Menschen*, München 1999. Werner J. Meinhold et al. (Hg.), *Das menschliche Bewusstsein – Annäherungen an ein Phänomen*, Zürich 1998. Gerhard Röth, *Bewusstsein*, in: *Lexikon der Neurowissenschaft*, Heidelberg 2000 (Internetversion). Rolf Sauermost (Hg.), *Lexikon der Biologie*, Bände 6 und 8, Heidelberg 1994. Michael Zenz und Ilmar Jurna (Hg.), *Lehrbuch der Schmerztherapie*, Stuttgart 2001.