

## Die Geschichte des Schnabeltiers

Ein alter wissenschaftlicher Name für das Schnabeltier lautete *Ornithorhynchus paradoxus*. Als man es entdeckte, wirkte es äußerst seltsam, und ein Exemplar, das an ein Museum geschickt wurde, hielt man zunächst für eine Fälschung: Man glaubte, jemand habe Teile von Säugetier und Vogel zusammengenäht. Andere fragten sich, ob Gott vielleicht einen schlechten Tag hatte, als er das Schnabeltier erschuf. Vielleicht hatte er ja auf dem Fußboden seiner Werkstatt ein paar überzählige Teile gefunden und sich entschlossen, sie nicht zu verschwenden, sondern zu verbinden. Noch heimtückischer (weil sie es ernst meinten) waren Zoologen, die den Kloakentieren das Etikett »primitiv« aufdrückten, als sei primitiv herumsitzen eine Lebensaufgabe. Die Geschichte des Schnabeltiers soll diese Vorstellung hinterfragen.

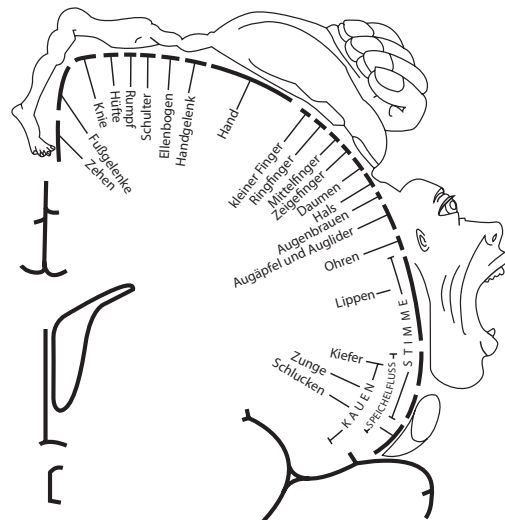
Seit dem Mitfahren 15 hatten die Schnabeltiere für ihre weitere Evolution genauso viel Zeit wie alle übrigen Säugetiere. Es besteht kein Grund zu der Annahme, dass eine Gruppe primitiver war als die andere (wie gesagt: »primitiv« bedeutet nichts anderes als »dem Vorfahren ähnlich«). Die Kloakentiere mögen in mancher Hinsicht primitiver sein als wir, beispielsweise weil sie Eier legen. Aber es gibt keinen Grund, warum Primitivität in einem Aspekt automatisch Primitivität in einem anderen nach sich ziehen sollte. Es gibt keine »Altertümlichkeitssensenz«, die sich im Blut verteilt und von den Knochen aufgesogen wird. Ein primitiver Knochen ist ein Knochen, der sich seit langer Zeit nicht verändert hat. Kein Gesetz besagt, dass deshalb auch der Nachbarknochen primitiv sein muss oder dass auch nur die geringste derartige Tendenz dazu besteht – zumindest so lange, bis nicht wiederum irgendetwas dafür spricht. Dies kann man sich nirgendwo besser klarmachen als am Schnabel der Schnabeltiere selbst. Er hat es in der Evolution weit gebracht, selbst wenn dies für andere Teile des Schnabeltiers vielleicht nicht gilt.

Der Schnabel der Schnabeltiere mag komisch aussehen, zumal seine Ähnlichkeit mit einem Entenschnabel dadurch verstärkt wird, dass er relativ groß ist, und außerdem wirkt ein Schnabel schon von sich aus in gewisser Weise lächerlich – vielleicht weil

er uns an Donald Duck erinnert. Aber mit Humor wird man diesem großartigen Apparat nicht gerecht. Wenn man schon an ein unpassend verpflanztes Teil denken will, sollte man die Enten ganz schnell vergessen. Ein aufschlussreicherer Vergleichsgegenstand ist die zusätzliche Nase, die den Nimrod-Aufklärungsflugzeugen aufgepflanzt wurde. Das amerikanische Gegenstück heißt AWACS – es ist bekannter, eignet sich für meinen Vergleich aber weniger gut, weil sich das »aufgepflanzte« Teil bei den AWACS-Maschinen nicht wie ein Schnabel am Bug, sondern oben auf dem Rumpf befindet.

Entscheidend ist, dass es sich beim Schnabel des Schnabeltiers, anders als bei einer Ente, nicht nur um zwei Kiefer zum Gründeln und Fressen handelt. Diese Funktionen erfüllt er ebenfalls, allerdings ist er nicht verhornt wie ein Entenschnabel, sondern eher gummiähnlich. Viel interessanter ist aber etwas anderes: Der Schnabel des Schnabeltiers ist ein Aufklärungsinstrument, ein AWACS-Organ. Schnabeltiere machen Jagd auf Krebse, Insektenlarven und andere kleine Tiere, die sich im Schlamm am Boden von Wasserläufen verstecken. Augen sind dort keine große Hilfe – das Schnabeltier hält sie fest geschlossen, wenn es auf die Jagd geht. Und das ist noch nicht alles: Es verschließt auch Nasenöffnungen und Ohren. Es sieht die Beute nicht, es hört die Beute nicht, es riecht die Beute nicht, und doch findet es sie mit großer Zielsicherheit: An einem einzigen Tag stöbert es so viele Beutetiere auf, wie der Hälfte seines eigenen Körpergewichts entspricht.

Angenommen, wir wären skeptische Wissenschaftler und wollten jemanden auf die Probe stellen, der von sich behauptet, er habe einen »sechsten Sinn«. Was würden wir tun? Wir würden ihm die Augen verbinden, die Ohren verstopfen und die Nase verschließen, und ihm dann eine Aufgabe stellen, die nur mit Sinneswahrnehmung zu lösen ist. Die Schnabeltiere geben sich alle Mühe, uns dieses Experiment abzunehmen. Sie schalten drei Sinne aus, die für uns (und vielleicht auch für sie, wenn sie sich an Land befinden) wichtig sind, als wollten sie sich ganz auf eine vierte Form der Wahrnehmung konzentrieren. Den entscheidenden Hinweis liefert uns ein weiterer Aspekt ihres Jagdverhaltens. Sie schwingen den Schnabel beim Schwimmen hin und her – Bewegungen, die



Die Gehirnkarte nach Penfield. Verändert nach Penfield und Rasmussen [222]

man auch Sakkaden nennt. Es sieht aus wie eine Radarantenne, die den Himmel absucht ...

Eine der ersten wissenschaftlichen Beschreibungen des Schnabeltiers veröffentlichte Sir Everard Home 1802 in den *Philosophical Transactions of the Royal Society*. Darin bewies er große Weitsicht. Wie er feststellte, ist der Zweig des Trigemiusnerven, der das Gesicht versorgt,

ungewöhnlich groß. Dieser Umstand sollte uns zu dem Glauben veranlassen, dass die Empfindlichkeit der verschiedenen Teile des Schnabels sehr groß ist, dass er deshalb die Zwecke einer Hand erfüllt und in seinen Empfindungen zu feinen Unterscheidungen in der Lage ist.

Sir Everard wusste gar nicht, wie Recht er hatte. Aufschlussreich ist vor allem die Anspielung auf eine Hand. Der bekannte kanadische Neurologe Wilder Penfield veröffentlichte ein berühmtes Bild des menschlichen Gehirns zusammen mit einer schematischen Darstellung der Anteile, die verschiedenen Körperteilen zugeordnet sind. Die »Landkarte« für einen Teil des Gehirns, der die

Muskeln in verschiedenen Teilen einer Körperseite steuert, zeigt das Bild auf der vorigen Seite. Eine ähnliche Landkarte erstellte Penfield auch für Teile des Gehirns, die mit der Berührungsempfindlichkeit verschiedener Körperteile im Zusammenhang stehen. An beiden Karten fällt auf, dass die Hand eine herausragende Stellung einnimmt. Auch das Gesicht ragt heraus, und dort insbesondere die Teile, die beim Kauen und Sprechen die Kieferbewegungen steuern. Aber was an Penfields »Homunculus« wirklich ins Auge springt, ist die Hand. Eine andere Darstellungsweise für das gleiche Phänomen zeigt die Farbtafel 11. Dieser grotesk verzerrte menschliche Körper macht deutlich, welche Anteile des Gehirns den verschiedenen Teilen gewidmet sind. Auch hier wird deutlich, wie »handlastig« das menschliche Gehirn ist.

Wozu die ganze Vorrede? Meine Version der Geschichte des Schnabeltiers verdanke ich dem angesehenen australischen Neurobiologen Jack Pettigrew und seinen Kollegen, unter ihnen Paul Manger. Neben vielen anderen faszinierenden Arbeiten schufen sie einen »Schnabeltierunculus«, das Gegenstück zu Penfields Homunculus. Dazu muss man zunächst sagen, dass ihre Darstellung viel genauer ist als die von Penfield, der sich nur auf sehr spärliche Daten stützen konnte. Der Schnabeltierunculus wurde sehr gründlich erarbeitet. Im oberen Teil des Gehirns erkennt man drei kleine Landkarten oder Repräsentationen des Schnabeltiers (auf Farbtafel 12 mit verschiedenen Farben bzw. Schattierungen dargestellt): Sinnesinformationen von der Körperoberfläche werden in verschiedenen Teilen des Gehirns verarbeitet. Für das Tier ist wichtig, dass zwischen jedem Teil des Körpers und dem zugehörigen Gehirnteil eine geordnete räumliche Zuordnung besteht.

Dabei fällt zunächst auf, dass Hände und Füße, die in den drei Repräsentationen schwarz dargestellt sind, ungefähr die gleichen Proportionen haben wie am Körper selbst; damit unterscheiden sie sich stark von Penfields Homunculus mit seinen riesigen Händen. Unverhältnismäßig groß ist dagegen der Schnabel des Schnabeltierunculus: Seine Repräsentationen sind die blauen, roten bzw. rotschwarz schattierten Flächen, die sich von den Landkarten des übrigen Körpers abwärts erstrecken. Die rote Karte zeigt den Schnabel besonders stark vergrößert. Während das menschliche

Gehirn handlastig ist, ist das Gehirn der Schnabeltiere eindeutig schnabellastig. Sir Everard Home kam der Sache mit seiner Vermutung also schon sehr nahe. Aber wie wir noch erfahren werden, ist der Schnabel in einer Hinsicht besser als eine Hand: Er kann Dinge »spüren«, die er nicht berührt. Er fühlt sozusagen auf Distanz, und zwar mit Elektrizität.

Wenn ein Tier – beispielsweise ein Süßwasserkrebs, eine typische Beute für ein Schnabeltier – seine Muskeln bewegt, entstehen zwangsläufig schwache elektrische Felder. Diese lassen sich insbesondere im Wasser mit einem ausreichend empfindlichen Sinnesapparat wahrnehmen. Setzt man eine größere Anordnung solcher Sensoren und ausreichende Computer-Rechenleistung ein, kann man aus den Daten den Ausgangspunkt des elektrischen Feldes berechnen. Natürlich rechnen Schnabeltiere nicht so, wie ein Mathematiker oder ein Computer es tun würde. Aber auf irgendeiner Ebene in ihrem Gehirn findet etwas Entsprechendes statt, und das bewirkt, dass sie ihre Beute fangen.

Beim Schnabeltier verteilen sich über beide Seiten des Schnabels ungefähr 40 000 in Längsstreifen angeordnete elektrische Sensoren. Wie man an dem Schnabeltierunculus erkennt, ist ein großer Teil des Gehirns der Aufgabe gewidmet, die Daten dieser 40 000 Sensoren zu verarbeiten. Aber es kommt noch besser. Neben den 40 000 elektrischen Sensoren befinden sich ungefähr 60 000 mechanische »Druckstäbchen« auf der Schnabeloberfläche. Wie Pettigrew und seine Mitarbeiter feststellten, werden die Informationen dieser mechanischen Sensoren von speziellen Nervenzellen im Gehirn aufgenommen. Andere Gehirnzellen sprechen sowohl auf Signale von den elektrischen als auch den mechanischen Sensoren an (Gehirnzellen, die ausschließlich von den elektrischen Sensoren angeregt werden, haben sie bisher nicht gefunden). Die Zellen beider Typen nehmen auf der räumlichen Landkarte des Schnabels die richtigen Positionen ein und bilden Schichten; die Anordnung erinnert an das Sehzentrum im Gehirn des Menschen, dessen verschiedene Schichten das räumliche Sehen ermöglichen. Wie unser in Schichten aufgebautes Gehirn, das die Informationen der beiden Augen zusammenführt und daraus ein räumliches Bild aufbaut, so nutzt auch das Schnabeltiergehirn

nach den Vermutungen von Pettigrews Arbeitsgruppe die Informationen der elektrischen und mechanischen Sensoren. Wie funktioniert das?

Als Analogie schlagen sie Donner und Blitz vor. Das Zucken des Blitzes und das Krachen des Donners entstehen im gleichen Augenblick. Den Blitz sehen wir sofort, aber bis der Donner uns erreicht, dauert es länger, weil er sich mit der relativ langsamen Schallgeschwindigkeit bewegt (wobei das Knallen übrigens durch verschiedene Echos zu einem Rumpeln wird). Wenn wir den zeitlichen Abstand zwischen Blitz und Donner messen, können wir berechnen, wie weit das Gewitter entfernt ist. Vielleicht sind die elektrischen Entladungen aus den Muskeln der Beute für das Schnabeltier der Blitz, und der Donner sind die Wasserwellen, die das Beutetier mit seinen Bewegungen verursacht. Ist das Gehirn des Schnabeltiers so eingerichtet, dass es den zeitlichen Abstand zwischen beiden Reizen registriert und daraus berechnet, wie weit das Beutetier entfernt ist? Es sieht ganz danach aus.