

## Weißer Haie - Heimliche Wanderer der Meere

Weißer Haie sind weltweit verbreitet. Selbst im europäischen Mittelmeer kommen sie vor. Doch über ihre Ökologie ist nur wenig bekannt.

Diese Tatsache ist umso gravierender als *Carcharodon carcharias*, so der wissenschaftliche Name für eine elegante Fressmaschine mit denkbar schlechtem Ruf, zu den bedrohten Tierarten gehört.

Bislang nahm man an, dass die Furcht erregenden Räuber den größten Teil ihres Lebens in relativer Küstennähe verbringen, wo sie Seelöwen und Robben und gelegentlich Menschen nachstellen.

Diese Auffassung scheint neuerdings überholt. Amerikanische und australische Forscherteams haben den verrufenen Bestien nachgestellt - mit modernster Technik. Und sind Verhaltensweisen auf die Spur gekommen, die sie in der Tat verblüfften.

Biologe Burney Le Boeuf vom Meereswissenschaftlichen Institut der Universität von Santa Cruz in Kalifornien war von den Resultaten förmlich geschockt. Ende vorletzten Jahres markierte ein Wissenschaftlerteam in einem gemeinsamen Projekt der Stanford-Universität und dem Monterey Bay Aquarium einige Menschenhaie mit Hightech-Sendern.

„Wir hatten erwartet, dass Weißer Haie Bewohner der Küstenregionen sind, in Südkalifornien ihre Jungen zur Welt bringen und dann einige hundert Meilen nach Norden ziehen, um Seehunde zu fressen,“ konstatiert Le Boeuf, „doch dann fanden wir heraus, dass sie einen Großteil ihrer Zeit auf dem offenen Ozean verbringen und dort sehr tiefe Tauchgänge unternehmen.“

Um die Bewegungen der Haie aufzuzeichnen, befestigten die Forscher so genannte „Pop-Up-Archival-Tags“ in der Rückenmuskulatur von sechs Weißen Haien mit einer Länge zwischen drei und fünf Metern, die in der Nähe von Seehundkolonien vor der kalifornischen Küste gefangen wurden.

Die Sender gehören zum Ausgeklügeltsten, was die Satellitentechnologie derzeit zu bieten hat. Teils über Monate speichern die elektronischen Marker alle zwei Minuten die Daten von Druck, Temperatur und Lichtverhältnissen sowie dem Standort des jeweiligen Tieres.

Über einen kumulierten Zeitraum von insgesamt 650 Tagen erlaubten die Messwerte den Forschern einen intimen Blick in die Welt der berühmten Haie. Zu einem vorprogrammierten Zeitpunkt lösten sich die wasserdichten Plastikbehälter von der Rückenflosse der Tiere und trieben an die Oberfläche, wo sie ihren Datenstrom über das ARGOS-Satelliten-System in die Labors und Computer des Hopkins Meeresinstituts der Stanford-

Universität übertragen. Die Auswertungen zeichneten ein erstaunliches Bild von der Lebensweise der gefährlichen Raubfische.

Offenbar nutzen Weiße Haie ihren Lebensraum viel breiter als gedacht. Ihr Temperatur- und Tiefenspektrum umfasst einen auffallend weiten Bereich. Und sie unternehmen ausgedehnte Wanderungen.

Anfangs hielten sich die besenderten Tiere in der Nähe der Küste auf. Doch dann bahnte sich eine Überraschung an. Die Tiere schwammen hinaus ins offene Meer, alle in Richtung des zentralen oder östlichen Pazifik.

Dabei legten die markierten Tiere gewaltige Strecken zurück. Den Rekord hielt Hai Nummer 5, der nach über 3.800 km Wanderung durch die Weiten des Pazifischen Ozeans vor der Westküste von Hawaii auftauchte. Mit einer mittleren Geschwindigkeit von 71 Kilometern pro Tag überquerte er in 40 Tagen 32 Längengrade.

Obwohl Weiße Haie in den Gewässern um Hawaii eher sporadisch vorkommen, blieb das markierte Tier mehr als vier Monate in der unmittelbaren Nachbarschaft der Insel.

Möglicherweise folgte der Hai einem alten Erbe. Altertümliche Werkzeuge und Schmuck aus den Zähnen von Weißen Haien auf den Hawaiiinseln belegen, dass Weiße Haie in dieser Region des Pazifik einst so selten nicht waren.

Alle Haie zeigten während ihrer pelagischen Phase eine deutliche zweigipfelige Präferenz für Tiefenbereiche zwischen 0 und 5 sowie zwischen 300 und 500 Metern, wo sie 90% der registrierten Zeit verbrachten, ohne sich länger in intermittierenden Tiefen aufzuhalten.

Auf dem Weg nach Westen nahm die Tauchaktivität der markierten Haie zu und sie nutzten einen breiteren Temperaturbereich. Die Oberflächentemperatur liegt im westlichen Pazifik mit 20-26° C deutlich über der Gradzahl der kalifornischen Küstengewässer. Bei der Rekordtauchtiefe von 680 Metern registrierte die Sendeinheit nur noch 4,8°C.

Dass Weiße Haie ein derart breites Temperaturspektrum nutzen können, liegt an einer physiologischen Besonderheit, die sie von den meisten anderen Fischen unterscheidet: der so genannten Endothermie. Ähnlich wie Thunfische und andere schnell schwimmende Hochseebewohner halten sie ihre Körpertemperatur mit Hilfe von Muskelwärme in einem Bereich von 24-27° C konstant.

Diese Anpassung ermöglicht den Haien Zugang zu Beutetieren in einem breiten ökologischen Toleranzbereich. Das Bild von *Carcharodon carcharias* als typischem Küstenbewohner kühler bis kalt gemäßigter Breiten bedarf offenbar dringend einer Revision.

Die Daten der amerikanischen Forscher liefern die bisher umfangreichsten Hinweise über die Ökologie Weißer Haie. Sie zeigen, dass ihr Aktionsraum weit pelagischer ist als angenommen und neben küstennahen Kontinentalschelfregionen weite ozeanische Gebiete einschließt.

Die Ergebnisse der amerikanischen Forschergruppe stehen nicht allein. Wissenschaftler der australischen CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation) versuchen seit Jahren Licht in das Dunkel der Wanderwege von Weißen Haien zu bringen. Über 200 „White Pointer“ wurden im Laufe der letzten Jahre mit Sendern markiert und die Versuche dauern an.

Im Jahre 2001 konnte die Weltöffentlichkeit quasi live das Treiben von Neale, einem juvenilen männlichen Weißen Hai von 2,4 m Länge via Internet verfolgen. Neale trug die Markierung mehrere Monate, bevor sich seine Spur im Juni 2001 für immer verlor. Er war nur ein Teil eines umfangreichen Forschungsprogramms, das zur Aufgabe hat, alle nur denkbaren Informationen über das Leben der gefürchteten Raubfische zu sammeln.

Die australischen Weißen Haie suchen offenbar weniger große Tiefen auf, doch in puncto Wanderverhalten sind sie ihren nordamerikanischen Verwandten durchaus ebenbürtig.

Mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 2,5 bis 3,3 km/h legten die markierten Tiere entlang der Südküste von Australien Strecken von mehr als 3.000 Kilometer zurück.

Erst vor wenigen Wochen wurde ein bei Neptune Island in Südaustralien gefangener und markierter Hai nach 28 Monaten vor der Nordküste von Neuseeland wieder entdeckt - nahezu 4.000 km von seinem Ursprungsort entfernt.

Auch bei der kalifornischen Population dauerte die Offshorephase mehr als 5 Monate. Anscheinend stellen die ozeanischen Wanderungen ein wichtiges Ereignis im Lebenszyklus Weißer Haie dar.

Was die Tiere in den Weiten der Ozeane treiben, lässt Raum für Spekulationen. Neben Nahrungsbeschaffung könnte auch die Suche nach passenden Geschlechtspartnern eine Rolle spielen.

Immerhin verfügen Weiße Haie über ein äußerst feines Sensorium, das ihnen die Orientierung auf offener See erleichtern könnte. Neueste Befunde amerikanischer Wissenschaftler von der Universität von San Franzisko haben gezeigt, dass die winzigen Sinnesgruben in der Schnauzenregion von Haien selbst geringste Temperaturschwankungen zu detektieren vermögen.

Die als Lorenzinischen Ampullen bekannten Rezeptoren messen normalerweise die schwachen elektrischen Felder, die vom Erdmagnetfeld oder anderen Meeresbewohnern ausgehen. Doch zusätzlich enthalten die Kanälchen ein nahezu transparentes, proteinhaltiges Gel. Diese Matrix aus Glyko-Proteinen besitzt

Eigenschaften wie ein elektrischer Halbleiter und ist damit ein idealer Kandidat für die Umsetzung starker thermoelektrischer Wirkungen.

Im Unterschied zu den Kälterezeptoren von Säugetieren, die über kälteempfindliche Ionenkanäle reguliert werden, arbeiten die Temperatursensoren bei Haien offenbar direkt. Doch selbst wenn solche Mechanismen bei der Übersetzung des Spannungsfeldes in Nervenimpulse nachgeschaltet wären, für die initiale Wahrnehmung von Temperaturunterschieden wären sie ohne Belang: Sie geschieht allein durch die thermischen Eigenschaften des Gels in den Poren der Haut.

Das passiert selbst dann, wenn sich die Umgebungstemperatur nur geringfügig verändert. Wie Physiker Brandon Brown von der San Francisco University herausgefunden hat, baut sich proportional zum Temperaturgradienten im Gel der Sinneskanäle eine elektrische Spannung auf, die mehrere hundert Mikrovolt betragen kann.

15 Mikrovolt genügen, um die Signalfrequenz der fortleitenden Nervenfasern um 300% zu erhöhen. Rein rechnerisch ergibt sich daraus für Haie eine potenzielle Wahrnehmungskapazität für Temperaturunterschiede von weniger als einem tausendstel Grad.

Es ist nicht bekannt, inwieweit Haie von einer so exakten Temperaturbestimmung abhängig sind, doch folgen Riesenhaie und auch Weiße Haie kleinsten Temperaturschwankungen mit großer Präzision.

So könnten neben chemischen und elektrischen Reizen auch Temperaturstimuli die „Tiger der Hochsee“ durch die Ozeane geleiten und zielstrebig zu ergiebigen Jagdgründen führen – oder zu noch geheimen Plätzen, wo sich die Fortpflanzung vollzieht.

## Steckbrief Weißer Hai

Systematisch gehört der Weiße Hai (*Carcharodon carcharias*) zusammen mit Lang- und Kurzflößenmako, Gewöhnlichem und Pazifischem Heringshai in die Familie der Heringshaie oder Lamnidae, die sich gegenüber z.B. Riffhaien durch das Fehlen von nickhautähnlichen Augenlidern auszeichnen.

Gemeinsam mit den Rochen bilden Haie die Elasmobranchier oder Plattenkiemer innerhalb der Klasse der Knorpelfische (Chondrichthyes), welche wiederum zusammen mit den Knochenfischen (Osteichthyes) zum Stamm Pisces (Fische) gezählt werden und sich von jenen durch den Besitz eines vollkommen knorpeligen Skeletts unterscheiden.

Einzig die Hautzähne (Placoidschuppen) der Haie tragen eine Dentinkrone mit Schmelzüberzug auf einer knöchernen Basalplatte.

Mit der torpedoförmigen Körperform, der spitzen Schnauze, großen, ausdruckslosen schwarzen Augen, tragflächenartigen Brustflossen, halbmondförmiger Schwanzflosse und den gewaltigen dreieckigen, gesägten Zähnen passt der Weiße Hai ins Bild des perfekt angepassten Räubers.

Durch spezielle Blutgefäßnetze sind Weiße Haie zudem in der Lage ihre Körpertemperatur über der des umgebenden Meerwassers zu halten. Organe mit solchen „Wundernetzen“ arbeiten rascher und effizienter. Die Muskeltemperatur kann mehr als 10° C über der des Ozeans liegen. Auf diese Weise konnten Weiße Haie in kühle Gewässer vordringen, die anderen Haien verschlossen blieben.

Ausgewachsene weibliche Weiße Haie werden bis zu 7 m lang und nahezu 3 Tonnen schwer und werden mit 4-5 m Länge geschlechtsreif. Die Männchen bleiben mit maximal 5 1/2 Metern Länge etwas kleiner.

Weiße Haie sind ovovivipar, d.h., die Jungen schlüpfen bereits im Uterus. Geboren werden nur die Stärksten. Oophagie oder intrauteriner Kannibalismus ist häufig. Zur Welt kommen im Schnitt 5-10 voll entwickelte Junge, die bei der Geburt bereits 1,2-1,5 m lang und bis zu 32 kg schwer sind.

Juvenile Weiße Haie wachsen etwa 30 cm pro Jahr. Wenn sie eine Länge von 5-6 m erreicht haben, sind sie somit schätzungsweise 15-25 Jahre alt.

Sie fressen anfangs vorwiegend Tintenfische, Fische, Rochen und andere Haie. Erst später ändern sie ihre Ernährung und schließen marine Säugetiere mit ein - Seehunde, Seelöwen, Delfine und tote Wale, obwohl große Weiße Haie in manchen Gebieten auch weiterhin Fische jagen, wie z.B. Schnapper.

Seeschildkröten, Seeotter, Seeelefanten und Seevögel gehören ebenfalls zum Beutespektrum.

Über die Tragzeit ist wenig bekannt, doch vermutet man, dass Weiße Haie sich nicht jedes Jahr fortpflanzen. Ihre Fortpflanzungsstrategie steht im Gegensatz zu den meisten anderen Fischen, die eine große Zahl von Eiern produzieren und damit auf eine Unzahl von Nachkommen setzen, von denen genügend überleben, um die Art zu erhalten.

Daher reagieren Populationen von Weißen Haien weit empfindlicher auf menschliche Störungen und erholen sich viel langsamer, wenn ihre Verbreitung abnimmt.

Es gibt gegenwärtig keine genauen Schätzungen über die Populationszahlen von Weißen Haien, doch geht man von einem kontinuierlichen Rückgang der Verbreitung aus.

Seit 1992 sind Weiße Haie in Südafrika und kurz darauf auch in Namibia, den Malediven und den Vereinigten Staaten geschützt. 1996 wird *Carcharodon carcharias* von der IUCN (International Union for the Conservation of Nature) und 1997 vom Commonwealth Endangered Species Protection Act (Australien) als gefährdete Art eingestuft.

Dies macht Untersuchungen wie die geschilderten zu wertvollen Instrumenten in Managementplänen zum Schutz dieser imponierenden Raubfische.