

**Das Phänomen der Lachswanderung
unter dem Aspekt der Lachsorientierung**

Facharbeit

Biologie GK 12.2
2004

von Nora Langenbrink

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Vorwort	3
1. Einleitung	3
2. Lebenszyklus	3
1.Phase: Leben im Süßwasser	3
• Was löst den Wandertrieb überhaupt aus?	4
2.Phase: Leben im Salzwasser	6
3.Phase: Wanderung zum Süßwasser	7
Verschiedene Orientierungsmethoden	8
• Magnetfeld der Erde	8
• Der Sonnenkompass	9
• Polarisation des Lichtes	10
4.Phase: Aufsteigen zum Laichgebiet	11
• Chemorezeption	11
• Der Geruchssinn	11
• Bau und Funktion des Geruchssinnes	11
• Versuche zum Geruchssinn	12
• Biologische Bedeutung des Geruchssinnes	13
• Futtersuche	14
• Partnerwahl	15
• Herausbildung von Rangordnung	15
Schlussbemerkung	15
Literaturverzeichnis	16
Erklärung	18

Vorwort

Diese Facharbeit widmet sich dem Phänomen Lachswanderung unter dem besonderen Aspekt der Lachsorientierung.

1. Einleitung

Die Wanderung der Lachse von ihrem Geburtsgewässer in den Ozean und wieder zurück zum Laichen ist immer noch eins der faszinierendsten, aber auch eins der rätselhaftesten Naturschauspiele, das man beobachten kann.

Gegenüber der Frage, warum Lachse sich überhaupt auf die lange und anstrengende Reise zum Ozean machen, konnte das Rätsel um die Frage, wie die Lachse nach ihrem Aufenthalt im Meer wieder in ihr Heimatgewässer zurückfinden, bis heute noch nicht vollständig von Wissenschaftlern geklärt werden. In meiner Facharbeit möchte ich versuchen, anhand von biologischen Aspekten und Forschungsergebnissen, diesem Phänomen auf die Spur zu kommen und vielleicht auch für manche Fragen eine Antwort zu finden.

2. Lebenszyklus

Der Lachs zählt zur Gruppe der „anadromen“ Fische, da er sein ganzes Leben im Meer verbringt und nur zum Laichen in seinen Geburtsfluss zurückkehrt. Der vollständige Lebenszyklus eines Lachses erstreckt sich auf insgesamt 4 Phasen, in denen er jeweils verschiedene Verhaltensweisen aufweist und unterschiedliche „navigatorische Fähigkeiten erfordert“¹.

1. Phase: Leben im Süßwasser

Der junge Lachs hält sich während der *ersten Phase* im Süßwasser auf. Am Ende des Winters beginnt der Lebenslauf der Lachse am Laichplatz in Quellbächen, die oft tief im Gebirge liegen. Für die meisten Tiere schließt sich auch hier wieder der Kreislauf. Die meisten von ihnen machen in ihrem Leben nur einen Wanderzyklus durch. Die Lachse erblicken, wenn die Eier ca. 100 Tage bei einer Durchschnittswassertemperatur von 5-6°C gereift sind, das Licht der Welt. Schnellfließendes Wasser stellt für die frischgeschlüpften Lachse und auch noch für Jungtiere eine Bedrohung da. Daher richten sie sich gegen die Strömung und schwimmen schnell, um nicht von reißenden

¹ Waterman, Der innere Kompass, Heidelberg, S.56

Wasser mitgerissen zu werden. Im Süßwasser bleiben sie bis zum Frühling ihres 2.-4. Lebensjahres und machen während dieser Zeit physiologische Veränderungen durch, die für die kommende Wanderung vom Süß- zum Salzwasser und die damit verbundenen neuen Umweltbedingungen lebensnotwendig erscheinen. Sie verwandeln sich in sogenannte *Blanklachse* (englische Bezeichnung *Smolts*). Der Körper des Lachses streckt sich in die Länge und die sogenannte *Pfarr-Form*, die durch deutlich dunkelblaue Streifen an den Seiten geprägt ist, verschwindet. Die Tiere nehmen eine einheitlich silbrige Färbung an. Auch zahlreiche innere Organe, vor allem die Ausscheidungsorgane, sowie die Hormondrüsen, die die Salzkonzentration im Körper der Tiere regulieren, passen sich struktur- und funktionsmäßig an das Leben im Salzwasser an. Sobald die Zeit gekommen ist befällt eine innere Unruhe die Junglachse und sie machen sich auf den weiten Weg stromabwärts Richtung Meer. An diese Phase knüpft sich die Frage:

Was löst den Wandertrieb überhaupt aus?

Viele Forscher suchten nach Theorien, die dieses Phänomen beweisen sollten. Lange Zeit hielt man an der, in eine allgemeinverständliche Sprache übersetzte, Erklärung fest, dass der junge Lachs im Augenblick seines veränderten Erscheinungsbildes, das Bedürfnis verspürt, aufzubrechen. Sein ihn vor Licht schützendes, pigmentiertes Gewand, wechselt in ein silbrig glänzendes. Das lässt ihn nackt erscheinen und er sucht nach dunklen tieferen Gewässern, indem er stromabwärts schwimmt und so schließlich das Meer erreicht. Wissenschaftlich gesehen würde es heißen, dass „der Lachs unter Einwirkung eines negativen Phototropismus flussabwärts schwimmt“². Unter einem *negativen Phototropismus* versteht man die Fortbewegung eines Organismus weg von einer Lichtquelle. Diese Theorie widerlegten andere Experten und beriefen sich dabei auf die Tatsache, dass sich der Lachs während seiner Wanderung nicht in immer tiefere und dunklere Flüsse begibt. Der französische Fachgelehrte Maurice Fontaine entwickelte mit den Ergebnissen seiner Forschungen letztendlich eine Erklärung, die für den Wandertrieb der Lachse plausibel erschien. Aus seinen Arbeiten geht hervor, dass der Wandertrieb bei Lachsen „aus einer Veränderung der Intensität gewisser

² Blond, Ewiger Wanderzug, 1956, S.107

Drüsenfunktionen³, die unter anderem auch für die Silberfärbung des Gewandes der jungen Lachse verantwortlich sind, entsteht.

Beim Übergang vom Süßwasser in Salzwasser und umgekehrt nimmt die Schilddrüsenaktivität zu, jedoch ist sie beim Aufenthalt in Süß- bzw. Salzwasser nahezu gleich. Das heißt die Aktivierung der Schilddrüse findet grundsätzlich beim Wechsel der Wasserart statt.

Die Schilddrüse ist ein kompaktes Organ und wird nach Lage auf dem Schildknorpel des Kehlkopfs bezeichnet. Sie besteht aus kleinen Bläschen (Follikeln), die sich parallel zur ventralen Kiemenarterie im Mundbodenbereich anordnen. In diesen Schilddrüsenfollikeln werden jodhaltige Hormone (Thyroxin u.a.) gespeichert, die zuvor in den Follikelzellen gebildet wurden. Den Nachweis für eine Drüsenaktivität und damit die Abgabe von Hormonen (Thyroxin) in die Blutbahn liefert folgende Beobachtung:

Treten bestimmte Schwankungen in der Aktivität des Organs mit gewebemäßigen Veränderungen der Follikelstruktur auf, können daraus Rückschlüsse auf den Funktionsstand der Schilddrüse gezogen werden.

Das jodhaltige Hormon der Schilddrüse ist Thyroxin, es wird durch die Anregung eines Hormons (Thyreotropin) des Hypophysenvorderlappens gebildet. Es gehört zu einem der am längsten bekannten Hormone. Chemisch gesehen ist das Thyroxin eine jodierte Aminosäure und entsteht in der Schilddrüse zunächst als Thyreoglobulin. Bei Thyreoglobulin handelt es sich um eine Verbindung von Eiweiß mit Thyroxin. Vorerst hat es keine Hormonwirkung, diese tritt dann ein, wenn Thyroxin vom Eiweiß abgespalten wird. Neben dem Thyroxin gibt es noch ein weiteres jodhaltiges Hormon, das in der Schilddrüse gebildet wird: Trijodthyronin.

Die Hormone der Schilddrüse greifen hauptsächlich in Stoffwechselfvorgänge ein und beeinflussen die Zellatmung.

Die biologische Bedeutung von Thyroxin auf den Fisch ist trotz umfangreicher Literatur schwer einzuschätzen. Aus Untersuchungen geht hervor, dass die Schilddrüse unter verschiedenen Bedingungen unterschiedlich arbeitet. Wird die Schilddrüse abgeschaltet, so ändert sich nichts an der Sauerstoffaufnahme. Nach Ausschaltung der Schilddrüse

³ Blond, Ewiger Wanderzug, 1956, S.108

verdunkelt sich die Haut bei Lachsen, da es zu einer Vermehrung der Zellen, die Melanine kommt. Melanine sind dunkle Pigmente, die in allen Tiergruppen vorkommen.

Im Gegensatz zu den sesshaften Tieren ist der Kreislauf ihrer neuroendokrinen Aktivität viel schwankender. Sobald diese Schwankungen einen bestimmten Punkt erreichen, kommt es bei den Lachsen zu einer Steigerung der Empfindlichkeit ihres Organismus gegenüber meteorologischen Veränderungen. Sie befinden sich in einem labilen und empfänglichen Zustand, in dem die Veränderung ihres Äußeren als eine weitere Reizung wahrgenommen und der Wandertrieb ausgelöst wird.

2. Phase: Leben im Salzwasser

Die meisten Junglachse treten ihren Weg Richtung Salzwasser in Schwärmen an, dabei verweilen sie an der Flussmündung einige Zeit, um sich auf den Salzgehalt des Meeres umzustellen. Der Lachs ist ein Lebewesen, das unterschiedliche Grade von Versalzung des Wassers ertragen kann, jedoch vom kalten Wasser abhängig ist (*diadrom*)

Ihr Ziel ist das 3000 Kilometer entfernte Grönland, wo sie auf ideale Lebensbedingungen stoßen. Während ihres Aufenthaltes in den arktischen Gewässern wachsen die Lachse dank des reichlichen Nahrungsangebotes sehr rasch, wobei die Größe der ausgewachsenen Fische im wesentlichen von ihrer im Meer verbrachten Zeit abhängt. Die Lachse erweisen sich im Meer als gute Raubfische und jagen einzeln oder in kleineren Gruppen unter anderem hinter Herings-, Makrelen- oder Kabeljaueschwärmen her, um ihren erstaunlich großen Appetit zu stillen. Manche Lachse verhundertfachen in einem Jahr ihr Gewicht und wachsen dabei zu mehr als einem Meter Länge heran. Man kann meinen, sie mästeten sich während ihres Aufenthaltes im Meer.

Aus großen Projekten, bei denen die Fische aus Forschungszwecken aus dem Meer gefischt werden, geht hervor, dass die *Blanklachse* die Flussmündungen mit den Gezeiten verlassen. Dadurch kann der Energieaufwand der Lachse für die Fortbewegung deutlich gesenkt werden. In diesem Lebensabschnitt vermischen sich die Gruppen verschiedener Lachsarten.

3. Phase: Wanderung zum Süßwasser

Nach 1-3 Jahren Schlaraffenland beginnen die kräftigen und geschlechtsreifen Lachse von Juli bis September die große Wanderung zurück zum Süßwasser um zu laichen. Die zuvor vermischten Arten trennen sich nun wieder und kehren erfolgreich in ihr Heimatgewässer mittels bestimmter *Navigation* (Fernorientierung) zurück. Bevor ich aber auf eine Reihe von Orientierungsmöglichkeiten, die dem Lachs helfen sich auf seinem Weg zur Heimat zu orientieren, eingehe, möchte ich noch kurz erwähnen, was man überhaupt unter Orientierung versteht.

Schlägt man in einem Lexikon nach, was Orientierung bedeutet, so findet man z.B. folgende Definition:

„Orientierung [zu Orient], Ausrichtung nach Himmelsgegenden; im besonderen Sinne *Ostung*, der aus der Antike übernommene christliche Brauch, sich beim Gebet nach Osten zur aufsteigenden Sonne (Christus als «Sonne der Gerechtigkeit» nach Maleachi 3,20) zu wenden.“⁴

Schlägt man aber in biologischen Fachbüchern nach, erhält man z.B. diese Definition:

„Alle Tiere, die festsitzenden (sessilen) Formen zumindest in einer Lebensphase, besitzen die Möglichkeit des Ortswechsels. In der Regel besteht dieser nicht in einer einfachen, passiven Verdriftung, sondern in einer mehr oder weniger stark hervortretenden aktiven Ortsveränderung, verbunden mit einer Festlegung des Kurses. Das setzt ein Orientierungsvermögen der Tiere im Raum voraus.“⁵

Orientierung hat etwas mit der Richtungsfindung bei sich bewegenden Tieren zu tun. Es gibt viele verschiedene Formen und Mechanismen der Orientierung. Tiere besitzen von Natur aus entsprechende Sinnessysteme mit vererbten Verhaltensmustern, teilweise sind diese Systeme hochgradig spezialisiert und denen von uns Menschen überlegen. Über Sinneszellen oder Rezeptoren nehmen die Tiere Signalen aus der Umwelt wahr. Sie sind auf die jeweilige *Reizmodalität* wie Licht, Schall, Temperatur, Geruchs- und Geschmacksstoffe, Schmerz usw. spezialisiert. Die meisten Sinneszellen weisen die gleichen Eigenschaften auf.

⁴ Neues großes Volkslexikon, Ausgabe 1984

⁵ Penzlin: Tierphysiologie, Gustav Fischer Verlag Jena, 1991⁵

Verschiedene Orientierungsmethoden

Folgende Orientierungsmethoden helfen dem Lachs bei der Heimatfindung:

Magnetfeld der Erde

Das magnetische Feld der Erde lässt mit einem riesigen Stabmagneten vergleichen: Die magnetischen Kraftlinien gehen jeweils von den magnetischen Polen der Erde aus. Am Südpol entweichen sie und treten dann am Nordpol wieder in die Erde ein. Diese Linien bezeichnet man als Feldlinien, die zusammen das Erdmagnetfeld bilden. Das Magnetfeld der Erde kann man in eine horizontale und eine vertikale Komponente teilen. Aus der horizontalen ergeben sich die von Nord nach Süd verlaufenden magnetischen Längskreise (Meridianen).

In Versuchen wurde nachgewiesen, dass der Lachs die Richtung der magnetischen Feldlinien und sogar die Stärke des magnetischen Vektorfeldes (Vektorfelder sind Felder, die unmittelbar an einem festen Ort Informationen über die Richtung der Quelle liefern) der Erde wahrnehmen kann.

Die Anziehungskraft der Erde zeigt immer zum Mittelpunkt der Erde. Somit lässt sich ohne eine Ortsveränderung ein „oben“ oder „unten“ bestimmen.. Es ist jedoch noch ungeklärt, mit welchem Sinnesorgan dies geschieht und wie die Wirkung in brauchbare Informationen umgesetzt wird. Man vermutet aber, dass Elektrozeporen (Diese Rezeptoren reagieren auf elektrische Signale in der Umgebung und auf natürliche Spannungen. Sie können ebenfalls elektrische Veränderungen wahrnehmen, die durch Bewegungen von Fischen im Erdmagnetfeld ausgelöst werden.) den Tieren dabei helfen, an brauchbare Informationen für die Navigation aus den magnetischen Feldern zu gelangen.

Die Feldlinien im Magnetfeld der Erde bestimmen die Richtung der Anziehungskraft. Ein frei schwebendes Teilchen würde sich entlang dieser Linien zu einem der Pole bewegen. *Inklination* nennt man den Winkel, „den eine Kraftlinie an einem Ort mit der Verbindungslinie der magnetischen Pole einschließt“⁶. Die Richtung und die Stärke der Anziehungskraft ändert sich entlang der Feldlinien, diese nimmt mit der Entfernung von den Polen ab. Das Magnetfeld der Erde ist nicht von Witterungsverhältnissen beeinflussbar und daher ziemlich sicher.

Der Sonnenkompass

Der Lachs und auch viele andere Tiere, die sich anhand von Sonne, Mond und Sternen orientieren besitzen einen Himmelskompass. Die Planeten dienen als Bezugspunkte, die es den Tieren ermöglichen auf geradem Weg zum Ziel zu gelangen. Diese Art von Navigation bietet eine Führung über weite Strecken. Die Orientierung an der Sonne steht in allen Fällen an erster Stelle, auch wenn sich die Tiere andere Zeichen zur Hilfe nehmen. Da die Sonne im Verlauf des Tages wandert, ändert sich damit auch der Bezugspunkt der Tiere. Der Lauf der Sonne ist eine komplizierte Funktion aus der geographischen Position, an der sich der Betrachter aufhält, und der Jahreszeit. Der Weg lässt sich durch zwei veränderliche Größen beschreiben.

Der eine Faktor ist die Höhe, die bei Sonnenaufgang und –untergang den Wert Null erreicht und zur Maximalhöhe während der Mittagszeit kommt. Beim zweiten Faktor handelt es sich um eine „Projektion des Sonnenstandes am Himmel auf den Horizont des Beobachters“⁷. Azimut bezeichnet man den Winkel des Punktes im Uhrzeigersinn zu einer Bezugsrichtung. Die Nordrichtung wird meistens als Bezugspunkt für dieses Azimut gesehen und auf Null Grad gestellt. Es wird angenommen, dass den Tieren das Azimut als Bezugspunkt dient, auch wenn es sich im Laufe des Tages ändert. Tiere müssen also diese ständigen Veränderungen mit einkalkulieren, dies konnte an Untersuchungen belegt werden. Das Azimut ändert sich unterschiedlich je nach der Lage, Tages- und Jahreszeit.

Zu dieser Art von Orientierung muss der Lachs so wie alle anderen Tiere, die sich den Stand der Sonne zu Nutze machen, eine recht genaue innere Uhr besitzen, welche die Bewegung der Sonne korrigiert. Diese innere Uhr steuert eine Reihe physiologischer Vorgänge und läuft unabhängig von äußeren Einflüssen. Jedoch wird sie durch diese auf die Ortszeit abgestimmt. Das Licht-Dunkel-Verhältnis ist der Zeitgeber, der den Tagesablauf am jeweiligem Ort anpasst. Dies geschieht über die Zirbeldrüse, die das Hormon Melatonin im 24-Stundentakt herstellt (wenig am Tag, viel in der Nacht) und auf Lichtsignale reagiert. Sie hat die Aufgabe, die Aktivitäten der Tiere auf die Tageslänge hin abzustimmen.

⁶Varju, Mit den Ohren sehen und den Beinen hören, S.200

Polarisation des Lichtes

Licht setzt sich aus elektromagnetischen Wellen zusammen, die senkrecht zur ihrer Ausbreitungsrichtung schwingen. In den Sonnenstrahlen schwingen die Wellen in verschiedenen Ebenen. Das Sonnenlicht ist daher nicht polarisiert. Polarisiertes Licht enthält nur eine Schwingungsebene, die sogenannte Polarisationsebene oder den E-Vektor. Da beim Himmelslicht mehrere Wellen in einer bestimmten Ebene schwingen als in anderen, ist dies nur zum Teil polarisiert. Die Polarisation und das Himmelsblau werden durch die Streuung des Sonnenlichtes an Molekülen in der Erdatmosphäre hervorgerufen. Das Himmelsblau besitzt ein E-Vektor-Muster. Die Anordnung dieses Musters ähnelt der eines Breitengrades, die Sonne bildet am einen Pol, die Antisonne am anderen das Ende. Das Polarisationsmuster dreht sich entsprechend mit dem Sonnenstand.

Tiere, die sich diesen Polarisationskompass zunutze machen, können die Richtung aus der Verteilung der E-Vektoren registrieren und sich anhand der Polarisationsebene orientieren. Versuche mit Goldfischen zeigten, dass die Nervenzellen im Sehbereich empfindlich gegenüber der Richtung des E-Vektors reagierten.

Die Polarisationsmuster unter Wasser, wie sie der Fisch aufnimmt, werden durch Streuung der Lichtstrahlen im Wasser gebildet. Diese Streuung bestimmt einmal die Richtung der Polarisationsebene und den eigentlichen Grad der Polarisation. Unter Wasser beträgt die maximale Polarisation in sauberen Gewässern etwa 60%. Wenn das Sonnenazimut 90 Grad erreicht, verläuft die Polarisationsebene parallel zur Wasseroberfläche und es kommt zu keiner Brechung der Lichtstrahlen. Bei Abweichungen kann der E-Vektor jedoch nur maximal zu 48,6 Grad zum Sonnenstand geneigt sein. Das Polarisationsmuster ist im Gegensatz zur Sonne noch bis in größere Tiefen zu sehen. Die Stärke der Polarisierung hängt vom Einfallswinkel ab. Der optimale Einfallswinkel ist je nach Materialeigenschaften unterschiedlich. Tiere können den Polarisationsgrad wahrnehmen und gewinnen so Informationen über die Beschaffenheit von Objekten

Die Navigation über polarisiertes Licht ist also neben dem Sonnenkompass und dem Erdmagnetfeld eine weitere Möglichkeit den ‚rechten‘ Weg einzuschlagen. Jedoch sind noch viele Forschungsarbeiten nötig, um zu belegen, dass sich Tiere unter Wasser anhand der Polarisationsebene zurechtfinden.

⁷ Waterman, Der innere Kompass, S.111

4. Phase: Aufsteigen zum Laichgebiet

Die bisher vorgestellten Methoden lenken den Lachs nicht genau ins Ziel. Daher nutzt er auf dem letzten Stück von der Fußmündung des Heimatflusses bis zum Laichplatz seinen hervorragend entwickelten Geruchssinn. Mit dem Aufsteigen zum Laichgebiet beginnt die vierte und letzte Phase im Leben eines Lachses.

Chemorezeption

Unter diesem Begriff ist das Verhalten zu verstehen, dass Tiere „die chemische Beschaffenheit ihrer Umwelt auf bestimmte Qualitäten hin überprüfen“⁸. Im Wasser gelöste oder durch Berührung reizauslösende Stoffe stellen für die Chemorezeptoren bestimmte Reize dar, die die Zelle erregen oder hemmen können. Die Chemorezeptoren gehören zum Teil zu den empfindlichsten Sinnesorganen. Diese sind meist entsprechend klein. Chemische Reize, auf die Tiere reagieren, stammen aus unterschiedlichen Quellen. Pheromone nennt man die chemischen Stoffe, die von Tieren abgegeben werden und z.B. als Sexuallockstoffe oder zur Wegmarkierung dienen.

Über die Geschmacks- oder über die Geruchsorgane erfolgt die Chemorezeption. In meiner Facharbeit möchte ich allerdings nicht weiter auf den Geschmackssinn eingehen, sondern mich ganz auf den Geruchssinn konzentrieren, der dem Lachs eine chemische Navigation bietet, mit der er schließlich sein Laichgewässer wiederfindet.

Der Geruchssinn

Mit den Sinneszellen in der Nase werden bestimmte Geruchsreize wahrgenommen. Die Geruchszellen sind über den Riechnerv mit dem Vorderhirn verbunden. Wird dieser Nerv durchtrennt, reagieren Tiere nicht mehr auf Geruchsreize.

Bau und Funktion

In den Schleimhäuten der Nasenhöhlen befinden sich die Sinneszellen, die für den Geruchssinn verantwortlich sind. Das Geruchsvermögen richtet sich bei Fischen nach Form und Größe des Geruchsorgans. Es dient ausschließlich dem Geruchssinn.

⁸ Spannhof, L., Einführung in die Fischphysiologie, Hamburg 1995, S.359

Der Lachs mit seinen langgestreckten schlauchförmigen Nasenhöhlen ist ein typisches Beispiel für Tiere mit einem besonders stark ausgeprägten Geruchsvermögen (Makrosomaten). Andersherum stehen Tiere mit kleinen Nasengruben, deren Ein- und Austrittsöffnungen sehr dicht nebeneinander liegen, wie z.B. der Hecht für einen gering entwickelten Geruchssinn (Mikrosomaten). Innerhalb der Nase sind die Schleimhäute lamellenartig angeordnet. Die Oberfläche der Nasenhöhle ist im Verhältnis zur Gesamtoberfläche des Fisches gering. Dies sagt allerdings nichts über die Bedeutung des Organs für den Fisch aus. Viel mehr spielt die Anzahl der Sinneszellen, die in den Schleimhäuten bzw. im gesamten Geruchsorgan zu finden sind, eine wichtigere Rolle. Es gibt mehrere Typen von Sinneszellen: schmale Zellen, deren Oberfläche köpfchenartig ist; breitere Zellen mit einer glatten Oberfläche ; Zellen mit nur einem kräftigen Fortsatz und Stützzellen.

Äußere Reize werden an den Fortsätzen der Sinneszellen aufgenommen. Sie werden als Oberflächenvergrößerung und Ort der Reizaufnahme betrachtet. Die Sinneszellen befinden sich in langgestreckten Sinnesfeldern, die jeweils durch Schleim- und Stützzellen voneinander getrennt sind. Ein Wasserstrom bewegt sich entweder zeitweise oder kontinuierlich durch die Nasenhöhle. Dieser wird durch die Aktivität von Flimmerzellen, durch Atembewegungen oder durch die Kontraktion von Nasenmuskeln hervorgerufen. Während des Schwimmens kann Wasser passiv durch die Nasenhöhlen bewegt werden, dadurch werden die Sinneszellen ständig mit Geruchsstoffen versorgt, die im Wasser vorzufinden sind.

Die eigentliche Verarbeitung der von den Riechzellen aufgenommenen Reize erfolgt im Vorderhirn. Dabei sind bestimmte Bereiche der Riechzellen bestimmten Abschnitten des Vorderhirns zugeordnet. Die Verbindung zwischen den Sinnesfeldern in der Nase und dem Gehirn ist gegliedert. Zunächst bilden Nervenfasern, die von den Sinneszellen kommen, den Riechnerv, der dann in den Riechkolben übergeht. Aus Untersuchungen geht hervor, dass der Riechnerv insgesamt etwa 10^7 Nervenfasern enthält, jedoch nur noch 10^4 aus dem Riechkolben austreten, die sich schließlich zum Riechstrang zusammenfügen. Dieser zieht sich bis zum Vorderhirn.

Versuche zum Geruchssinn

Das Riechvermögen bei Fischen konnte mit Hilfe von Dressuren näher analysiert werden. In der Regel wird die Leistung des Organs als Reizschwelle angegeben. Im Wasser entspricht sie einer Verdünnungsstufe der Testsubstanz, die vom Fisch gerade

noch wahrgenommen wird. Teilweise ist die Riechintensivität bei manchen Fischen, unter die auch der Lachs zählt, mit der eines Polizeispürhundes vergleichbar. Beim Lachs konnte diese ausgeprägte Riechschärfe durch Versuche mit Morpholin nachgewiesen werden. Sie reagieren noch auf Morpholin, das eine gern benutzte Testsubstanz ist und keinerlei Auswirkungen auf den natürlichen Lebensraum der Lachse hat, bei einer sehr starken Verdünnung von $1:10^{-11}$. Beim Aal liegt sie sogar noch deutlich darüber. Die Tiere reagieren erstaunlicherweise auch besonders empfindlich auf Stoffe, die für sie keine Bedeutung haben. Auch zeigen kleinste Flossenbewegungen, die oft nur mit spezieller Ausrüstung zu beobachten sind, eine „empfindliche“ Reaktion auf Duftstoffe. Anhand eines weiteren Versuches mit Pazifischen Lachsen konnte belegt werden, dass diese bereits Verhaltensänderungen aufweisen, wenn sie in Kontakt mit Wasser kommen, in welchem sich bereits zuvor Menschen die Hände gewaschen haben. Sie verhielten sich reglos oder reagierten mit Flucht. Dieses bestimmte Verhalten wird durch die entscheidende Substanz L-Serin, eine Aminosäure, die aus der Haut von Menschen und Säugetieren und somit auch von den Feinden der Lachse (Bären, Robben) abgesondert wird, ausgelöst.

Biologische Bedeutung des Geruchssinnes

Der Geruchssinn spielt besonders bei der Heimatfindung im Leben des Lachses eine wesentliche Rolle. Die bereits oben genauer erläuterten Orientierungsmöglichkeiten bestimmen bei ihrer Rückkehr aus dem Ozean in die Bäche zunächst den Kurs. Letztendlich aber finden sie die Mündung des Heimatflusses und somit ihren Geburtsort am Geruch der Gewässer, die sie auf ihrem langen Weg durchschwimmen, wieder. Mit Hilfe ihres feinen Geruchsinns registriert der Lachs die physikalische und chemische Zusammensetzung des Wassers. Daher müssen sich die Jungfische den spezifischen Duft ihres heimatlichen Quellgewässers eingepägt haben, um diesen nach ihrer Geschlechtsreife in größter Verdünnung wiederzuerkennen. Ein amerikanischer Zoologe stellte auf Grund dieser Tatsache die These auf, dass sich Flüsse im Geruch unterscheiden. Er konnte nachweisen, dass ein Fluss seine Charakternote durch „Bestandteile der Pflanzenwelt im Einzugsbereich“⁹ erhält und belegte dies an der Beobachtung, dass sich Lachse im Labor auf Wasserproben verschiedener Flüsse hin dressieren ließen. Durch elektrophysiologische Methoden ließ sich ebenfalls zeigen, dass der Lachs auf den speziellen Geruch seines Heimatflusses reagierte. Nimmt man

vom Riechkolben eines Lachses ein EEG, während die Nase mit Heimatgewässer durchspült wird, so sind gesteigerte Aktivitäten zu vermerken. Spült man im anderen Fall seine Nase mit Wasser aus einem neutralen Fluss, geschieht nichts.

Das letzte Beweismittel für seine Annahme fand er durch folgenden Versuch:

In zwei Armen des Issaquah-Flusses im Staate Washington fing er 302 heimkehrende Lachse und schaffte sie wieder stromabwärts unterhalb der Flussgabelung. Dort verstopfte er der Hälfte der Fische die Nase mit Baumwollpfropfen und ließ sie wieder frei. Die Lachse mit unbehinderter Nase entschieden sich ausnahmslos wieder für denselben Seitenarm, in den sie beim ersten Mal hineingeschwommen waren. Die riechunfähig gemachten Tiere waren indessen völlig desorientiert. Sie kreuzten immerzu umher und konnten sich für keinen Weg entschließen¹⁰

Wissenschaftler rätseln jedoch noch immer daran, ob es sich bei den reizenden Stoffen um Mineralien und Ionen, um organische Substanzen von anderen Tieren oder um chemische Substanzen handelt, die von Artverwandten erzeugt werden. Auch vertreten einige Biologen die Ansicht, dass Pheromone, Schleimstoffe oder Kotreste von Lachsen, die noch in den Heimatgewässern leben, eine Rolle dabei spielen. Fest steht jedoch, dass die Lachse einer chemischen Spur im Wasser mit Hilfe ihres feinen Geruchssinns folgen können und so schließlich ihren Geburtsort wiederfinden.

Aber auch für viele andere Tiere hat der Geruchssinn eine unschätzbare Bedeutung. Viele Verhaltensweisen der Tiere werden z.B. durch chemische Reize ausgelöst, gesteuert oder beendet. Die einzelnen Reaktionen hängen von der Leistung des Sinnesorgans ab und sind somit verschieden.

Für die folgenden drei Verhaltensweisen hat der Geruchssinn ebenfalls eine besondere Bedeutung, jedoch werde ich nicht weiter darauf eingehen:

Futtersuche

Fische mit einem gut ausgeprägten Geruchsorgan nutzen dieses bei der Futtersuche. Im Gegensatz dazu orientieren sich andere Fische, die schneller geradeaus schwimmen können, optisch. Lachse beziehen sich auch bei Nahrungssuche ausschließlich auf ihren Geruchssinn, das ähnliche Tests, wie oben schon erwähnt, zeigten:

Verstopft man ihre Nasenlöcher, finden sie ihr Futter nicht mehr, auch wenn sie in unmittelbarer Umgebung sind. Kommt es zu einer einseitigen Blockierung der Nase, kann der Fisch die Geruchsquelle nicht mehr genau orten.

⁹ Dröscher, Magie der Sinne im Tierreich, München, S.122

¹⁰ Dröscher, Magie der Sinne im Tierreich, München, S.122

Partnerwahl

Auch die Partnersuche und möglicherweise die Auswahl des Partners erfolgt über den Geruchssinn. Pheromone (Geruchsstoffe) sind die Ursache dafür. Sie werden jeweils vom Männchen oder Weibchen abgegeben, um als Lockstoffe zu dienen.

Herausbildung von Rangordnungen

Fische mit durchtrennten Riechnerven können sich nur schwer in Rangordnungen einfügen.

Schlussbemerkung

Abschließend möchte ich noch einmal betonen, dass es Wissenschaftler bis heute nicht gelungen ist das Phänomen der Lachswanderung, insbesondere die Orientierung anhand des Geruchssinns, vollständig zu klären. In den meisten Büchern und Quellen wird dieses Thema mit Obacht behandelt, viele Forscher schlussfolgern aus ihren Versuchsergebnissen auf eine Navigation der Lachse über den Geruchssinn. Ich habe versucht trotz dieser Tatsache einen sinnvollen Einblick in das weitgehend ungeklärte Verhalten der Lachse zu vermitteln Daher war es sehr mühsam, passende Quellen zu diesem Thema ausfindig zu machen.

Literaturverzeichnis / Quellenangaben

Bücher:

1. Alschner, G., Klipp und Klar 100x Tierwanderungen, Mannheim 1980
2. Blond, G., Ewiger Wanderzug, „o.O.“ 1956
3. Daumer, K. und Hainz, R., Verhaltensbiologie, München 1983³
4. Dröscher, V.B., Magie der Sinne im Tierreich – Neue Forschungen, München 1966
5. Horn, E., Vergleichende Sinnesphysiologie, Stuttgart- NewYork 1982
6. Karweina, G., Der sechste Sinn der Tiere, Hamburg 1982
7. Lelek, A. und Buhse, G., Fische des Rheins – früher und heute, Berlin-Heidelberg 1992
8. Neues großes Volkslexikon, Ausgabe 1984
9. Penzlin, U., Tierphysiologie, Gustav Fischer Verlag, Jena⁵
10. Schmielau, F., Einführung in die Sinnesphysiologie, Stuttgart 1987
11. Spannhof, L., Einführung in die Fischphysiologie , Hamburg 1995
12. Varju, D., Mit den Ohren sehen und den Beinen hören – Die spektakulären Sinne der Tiere, München 1998
13. Waterman, T.H., Der innere Kompass – Sinnesleistungen wandernder Tiere, Heidelberg 1989

Internet:

1.Orientierung/Definition

www.referate.de/p/referate/02/66667.htm

2. Alaska – Tierwelt :Der Lachs

www.alaska-info.de/landleute/tierwelt/alaska_tierwelt_9.html