

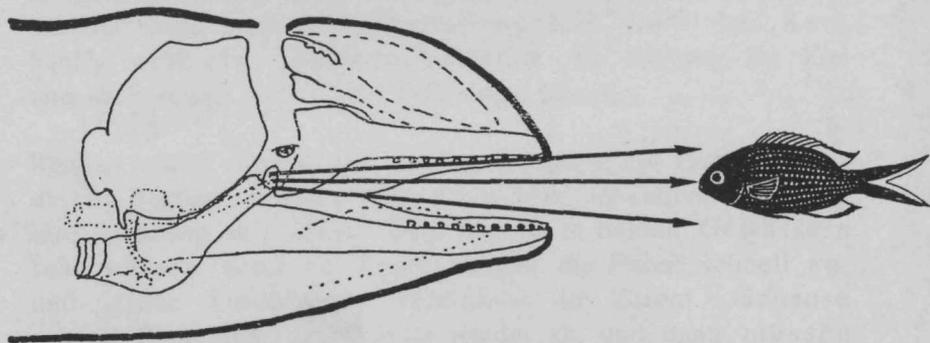
Lebensraum "Meer"

Heft 8

Wie orientieren sich die Wale;
warum stranden sie?

von

Günther Behrmann



Nordseemuseum
Bremerhaven
1998

Nordseemuseum,

3. Auflage

1998

Wie orientieren sich die Wale?

von

Günther Behrmann

Wenn die Wale auf ihren Wanderungen, weit entfernt von jeder Küste durch den Ozean schwimmen, über sich den freien Luftraum und unter sich ein paar Tausend Meter Wasser, ist ihre Navigationsleistung mit der eines Flugzeugpiloten zu vergleichen. Dem Piloten stehen viele Instrumente zu Verfügung, mit deren Hilfe er sein Ziel findet. Bei ihren Wanderungen zu ihren Futterplätzen an den Eisgrenzen des Nord- oder des Südmeeres, oder zu den Paarungsgebieten in wärmeren Meeresgebieten, müssen die Wale aber noch mehr leisten als ein Pilot. Die Wale bewegen sich ja nicht nur in der horizontalen Ebene, sondern auch noch in vertikaler Richtung. Außerdem müssen sich die Wale auch noch selber ernähren, wobei sie bei der Jagd nach Nahrungstieren auch noch den Kurs häufig wechseln. Trotzdem erreichen die meisten ihr Ziel und dies schon seit vielen Millionen Jahren.

Ebenso sicher finden die blinden Delphine im Ganges oder die im trüben Wasser des Amazonas lebenden Delphine ihre Nahrung und ihren Weg. Dies ist in beiden Gewässern sehr schwer, denn bei Regen steigen die Flüsse schnell an, und ganze Landstriche versinken im Strom. Genauso schnell fließt aber das Wasser wieder ab, und dann müssen die Wale den richtigen Rückzugsweg finden, damit sie nicht vom Hauptstrom abgeschnitten werden.

Wenn Ihnen zur Information nur ältere oder neuere, von der älteren nur abgeschriebene Literatur zur Verfügung steht, können Sie lesen, daß die Wale nicht riechen (*Caldwell et. al., 1972*), nicht schmecken, schlecht sehen und nicht hören können. Wale haben keine äußeren Ohren, kein Trommelfell mehr. Weil die den Schall leiten-

den Ohrknöchelchen fest mit der Ohrkapsel verbunden sind gäbe es keine Schalleitung mehr (*Lange, 1923*). Ihre Augen haben eine verkrümmte Hornhaut, damit sie über und unter Wasser sehen können. Ihre dicke, gummiartige Haut ist nicht sehr sensibel, nur an der Nasen- und Zungenspitze ist der Tastsinn besser ausgebildet. Ihr Hirn ist primitiv organisiert und schlecht entwickelt (*Kesarev, 1970, 1975*). Alle diese erfundenen Argumente erleichtern das Gewissen bei der Abschachtung von ganzen Walherden und werden deshalb auch heute noch zweckgebunden oft und gerne wiederholt.

Erst in den Jahren nach 1930 begann man die Wale genauer zu studieren. Nachdem ein Mikrophon erfunden wurde, mit dem man auch unter Wasser Töne empfangen kann, Hydrophon genannt, entdeckte man, daß die Wale Töne erzeugen. Dies war sehr überraschend, denn man wußte schon damals, daß die Wale keine Stimmbänder haben. So entstanden nach 1936 Legenden über die Tonerzeugung durch die Nasenhöhle und die Bündelung der Schallwellen. Nachdem nun das Hydrophon erfunden war, mit dem man mühelos unter Wasser die Walstimmen abhören konnte, gab es darüber eine Flut von Publikationen. Man staunte und spekulierte, wo und wie die Wale solche Töne erzeugen und ob sie diese überhaupt selber hören und verwerten können. Ab 1940 interessierte sich das Militär für die Wale, wodurch die Walforschung, wenn auch streng geheim, enorm gefördert wurde. 1940 hatte der Amerikaner Kellogg eine Idee und erstellte eine Hypothese, daß die Töne in den Nasenhöhlen erzeugt und durch eine Fettlinse in der Melone gebündelt abgestrahlt werden. Kelloggs Hypothese wurde letztlich von vielen ungeprüft übernommen und wird heute noch verbreitet. Obwohl genauere Kenntnisse vorliegen, physikalische Gründe dieser These widersprechen, die Hypothese also häufig widerlegt wurde (*Purves & Pilleri, 1983; Behrmann, 1983; Kremer & Maywald 1991*) finden man sie heute immer noch in vielen Lexika und Büchern.

Der heutige Wissensstand über die Orientierung der Wale

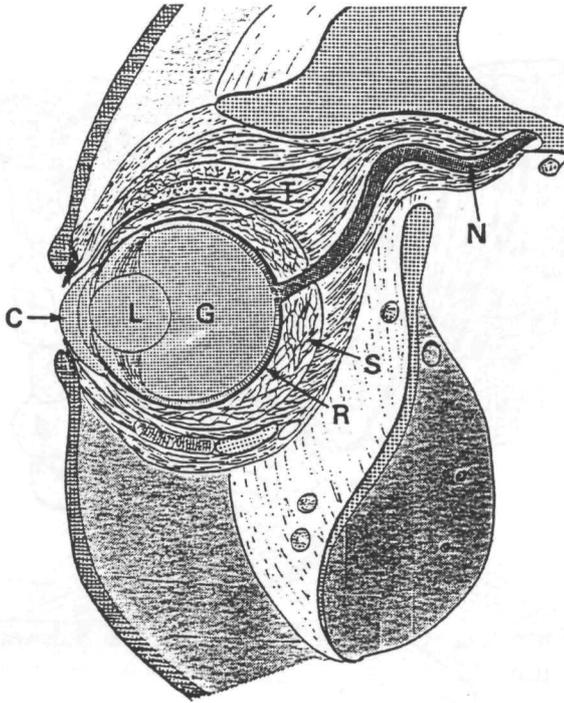


Abb. 1 Schematisiertes Modell eines Zahnwalauges:
 C = Hornhaut, G = Glaskörper, L = Linse, N = Sehnerv, R =
 Netzhaut, S = Augenhaut, T = Tränendrüse.

Die Augen der Wale haben, wie auch die Augen der Fische, eine kugelförmige Linse, womit sie unter Wasser besser sehen können. In der Luft sind die Wale kurzsichtig und können nur etwa eineinhalb Meter weit sehen. Eine Orientierung nach festen Landmarken oder gar nach Sternen ist also nicht möglich. Das Farbsehvermögen ist schlecht ausgebildet und entspricht dem von Tiefseefischen. Genetisch bedingt sind die Wale monochromatisch und können nur im blau-grünen Bereich, um 450 nm, sehen (Peichl & Behrmann, 1999).

Der Geschmackssinn

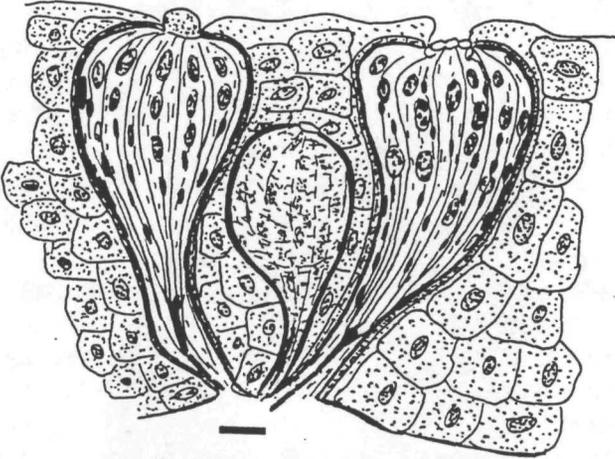


Abb. 2. Form der Geschmacksknospen des Schweinswals, Maßstab 1 μm .

Weil man bei früheren Untersuchungen keine Geschmacksknospen fand, glaubte man, daß Wale keinen Geschmackssinn haben. Erst als die Wale bei Fütterungen in Delphinarien bestimmte Fische bevorzugten und dies über Experimente auf den Geruchssinn zurückgeführt wurde, suchte man nach Geschmacksknospen. Weil diese aber nicht wie beim Menschen auf der Zunge liegen, sondern auf den Papillen, die den Zungenrand säumen, wurden sie erst sehr spät entdeckt (*Behrmann, 1988, 1990*). Da nun bewiesen wurde, daß die Wale über den Geschmackssinn ihre Nahrung identifizieren können, ist anzunehmen, daß die Wale bestimmt auch die Qualität des Wassers erschmecken und deshalb unsaubere Gewässer vermeiden. Früher lebten in Küstennähe und in den Flußmündungen viel mehr Wale als heute.

Der Geruchssinn

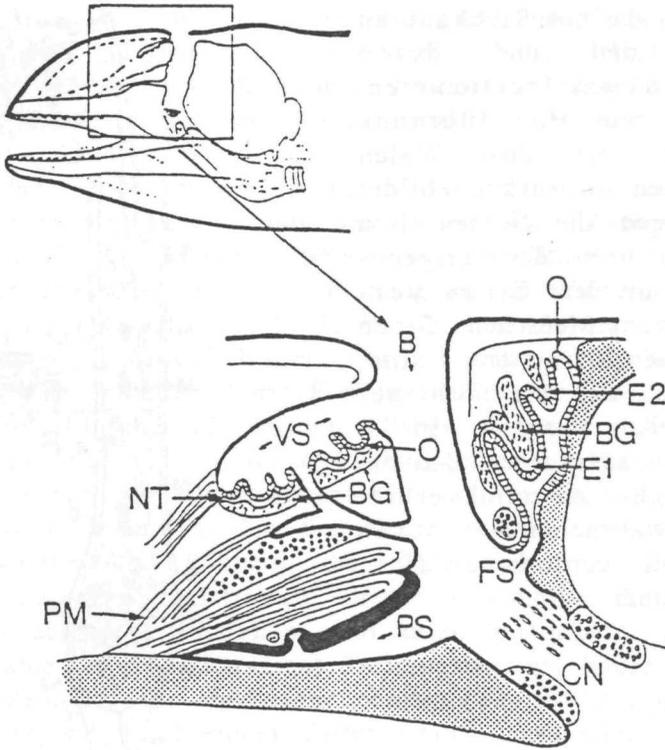


Abb. 3. Der schematisierte Längsschnitt durch den Nasenraum eines Schweinswals zeigt große Riechfelder. **B** = Blasloch, **BG** = Schleimdrüsen, **CN** = Nasenhöhle, **E** = Falten im Frontalsack, **FS** = Frontalsack, **NT** = Falten im Vestibularsack, **O** = Riechhäute, **PM** = Nasenverschlussmuskel, **PS** = Zwischenkiefersack, **VS** = oberer Nasensack.

Weil der Riechnerv bei allen Walen vollkommen zurückgebildet ist, hat man auch die Riechzonen nicht näher untersucht und einfach behauptet, Wale können nicht riechen. Nun hatte man aber bei Bartenwalen früher schon große Riechfelder gefunden und vermutet, daß die Wale vielleicht doch einen verkümmerten Geruchssinn haben könnten.

1989 wurden nun in der Nase des Schweinswals große Felder gefunden, die mit Riechhäuten bedeckt sind und deren Riechzellen voll funktionieren. Weil der zum Hirn führende Riechnerv bei allen Walen vollkommen zurückgebildet wurde, sind die Sinneszellen nur noch über den Trigeminusnerv mit dem Gehirn verbunden. Vom Menschen, deren Riechnerven zerstört sind, weiß man, daß sie noch auf Salmiakgeist reagieren. Es ist also davon auszugehen, daß die Wale noch Amoniakverbindungen wahrnehmen können und damit verdorbene Nahrung erkannt wird.

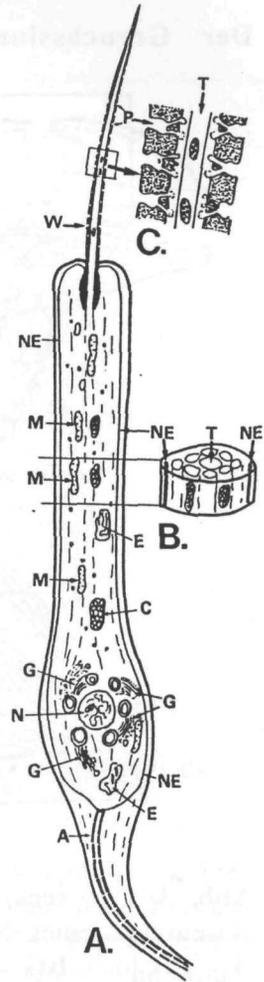


Abb. 4. Modell einer Riechzelle des Schweinswals. Die Riechzellen sind dem Leben im Wasser angepaßt und mit den Riechzellen von Amphibien vergleichbar.

A: Riechzelle, **B:** Querschnitt durch eine Riechzelle, **C:** Vergrößerter Ausschnitt aus dem Sinneshaar. **A** = Axon, **C** = Zellzyste, **E** = Reticulum, **GN** = Golgifelder, **M** = Mitochondrium, **N** = Zellkern, **NE** = Nerv, **P** = Chemo-rezeptoren, **T** = Mikrotubulen, **W** = Sinneshaar.

Der Tastsinn

Dieser ist nun bei den Walen optimal entwickelt und die dazugehörenden Hirnzentren sind, im Vergleich zu anderen Säugern, besonders groß. Die dicke Haut ist hoch sensibel und besonders viele Nervenendkörperchen liegen in der Stirn- und der Zungenhaut.

Neben vielen freien ummantelten und unummantelten Nervenendigungen, mit denen die Wale Temperaturen registrieren können, liegen in der Haut noch viele Nervenendkörperchen. Erstmals in der Walhaut wurden die Formen 10, 11, 12, 5, 20, 21 und 22 nachgewiesen. Form 11 wurde bisher nur in den Schallblasen der Frösche gefunden. Form 8 besitzen Spechte auf der Zunge. Form 14 und 15 wurden bisher hauptsächlich in den Nackenhäuten von Wasservögeln gefunden. Form 20 ist in etwa mit den Elektrorezeptoren der Fische vergleichbar. Form 7 kommt in den Schnäbeln von Wasservögeln vor. Hypothetisch können die Wale mit der Form 12 Turbulenzen registrieren, die beim schnellen Schwimmen auf der Haut entstehen und diese verformen. Form 10 könnte die Funktion eines Tiefdruckmessers haben. Mit den Rezeptoren für elektrische Wellen (20 und 21) wird eine Begegnung mit einem Zitterrochen vermieden, was für Wale tödlich sein könnten. Außerdem wurde noch in den Zungenspitzen Nervenorgane gefunden, die erdmagnetische Wellen registrieren können, was von der englischen Walforscherin Klinowska (1986) behauptet wird. Frau Professor Klinowska stellte fest, daß es in Gebieten mit erdmagnetischen Anomalien häufig zu Strandungen kommt, woraus sie hypothesierte, daß sich Wale bei ihren Wanderungen an erdmagnetischen Linien orientieren. Nach ihrer Form und Lage könnten die Nervenendkörperchen der Form 22 Rezeptoren für erdmagnetische Wellen sein.

Besonders hochentwickelte Tastkörperchen (Form 4) liegen in der Nasenspitze und im Penis (Formen 5, 17, 18) der Wale, der außerdem noch Chemorezeptoren besitzt.

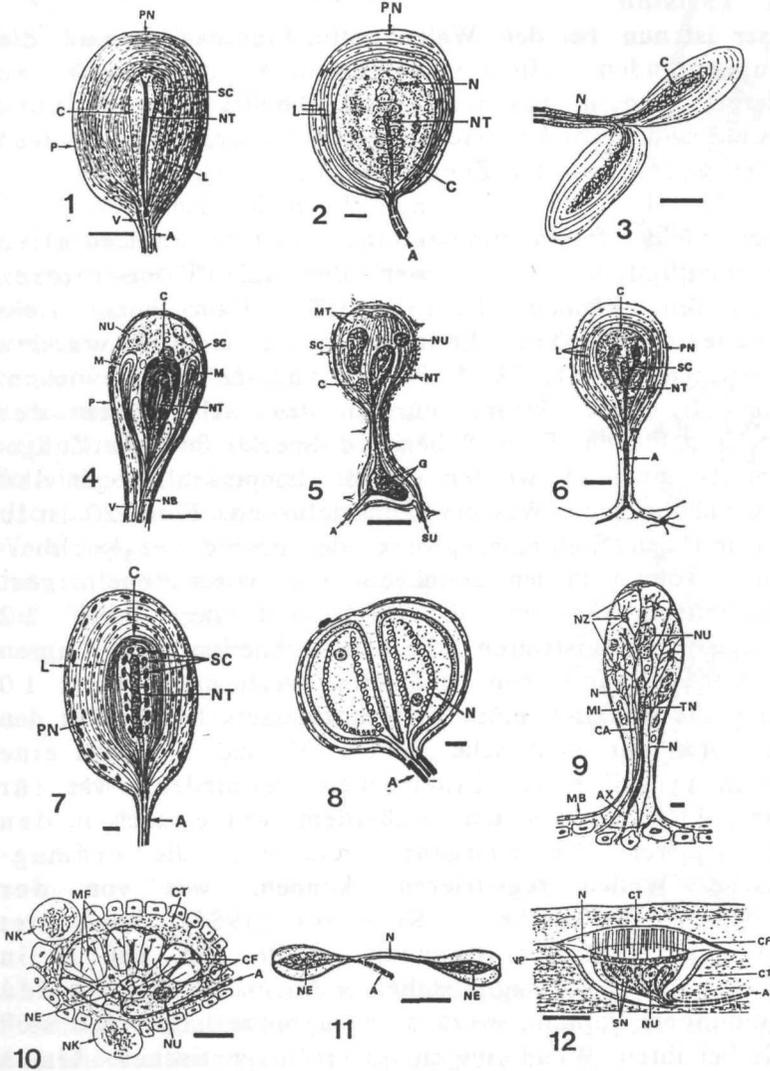
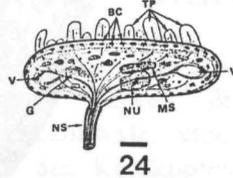
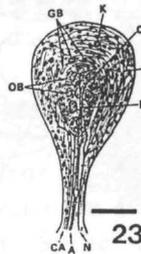
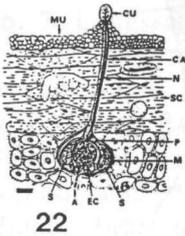
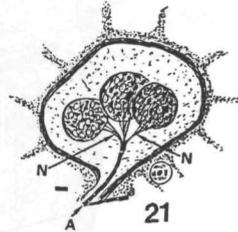
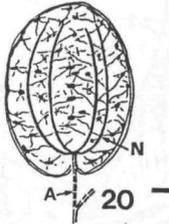
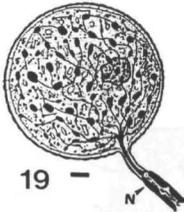
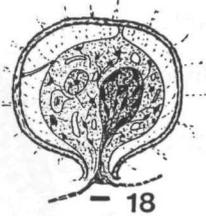
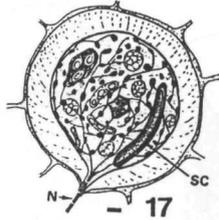
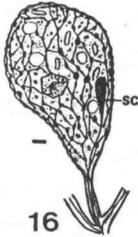
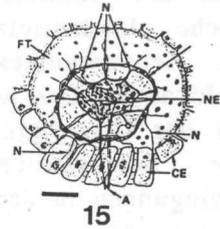
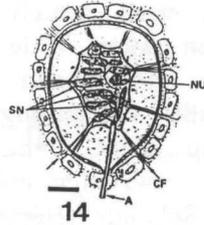
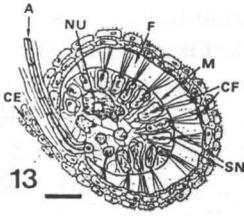


Abb. 5. Nervenendkörperchen aus der Haut des Schweinswals und anderen Zahnwale.

Schlüssel zu den Nervenendkörperchen: A = Axon, C = Zentrum, CA = Kapillar, CF = Kollagenfasern, CM = Merksche Zellen, CT = Bindegewebe, CU = Kuppel, DM = Merksche Scheibe, F = Nahrungszelle,



M = Membran, MF = Nervenfaser, MS = Farbkörperchen, MU = Schleimhaut, N = Nerv/Neurit, NC = Nervenzelle, NE = Nervenendkörperchen, NG = Neurogliazelle, NS = Nervenstrang, NU = Zellkern, P = Chemorezeptor, S = Sekretzelle, SC = Hornhaut, SE = Sinneszelle, SW = Schwellkörperchen, SCH = Schwansche Zelle, T = Terminalnerv.

Das Gehör

Wale kommunizieren untereinander. Nach bestimmten Tönen des Leittieres wird gezielt gehandelt, was einer Sprache gleichzusetzen wäre. Wale erkennen die Grenzen ihres Lebensraumes und finden ihre Nahrung durch Echolokation. Das heißt, sie erzeugen Töne, deren Echo dann der Orientierung dient. Bekannt geworden sind bis heute Schallwellen zwischen 12 und 320 000 Schwingungen in der Sekunde (Hertz = Hz).

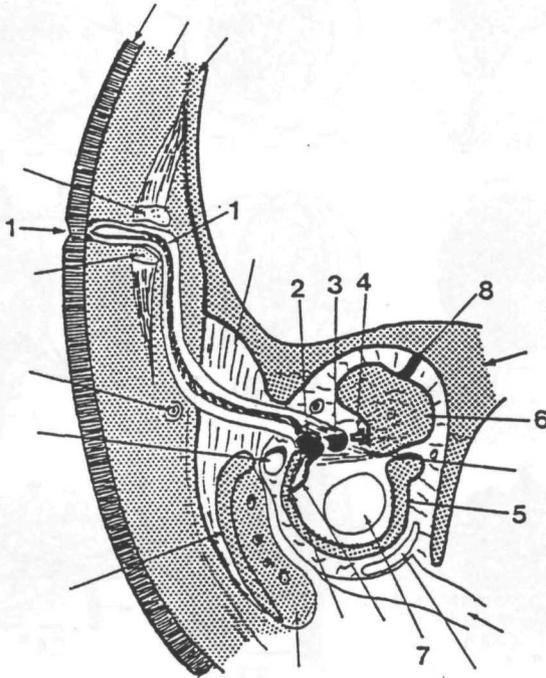


Abb. 6. Schematischer Schnitt durch das Ohr eines Zahnwales: 1 = verschlossener äußerer Gehörgang, 2 = Hammer, 3 = Amboß, 4 = Steigbügel, 5 = Bulla, 6 = Perioticum, 5 und 6 = Ohrkapsel, 7 = Eustachische Röhre, 8 = Ohrnerv.

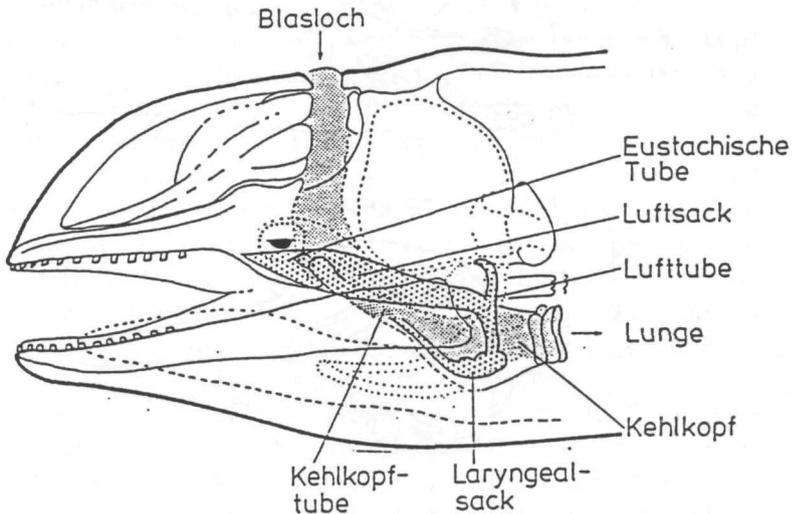


Abb. 7. Längsschnitt durch den Kopf des Schweinswals.

Wie und womit erzeugen nun die Wale die verschiedenen Töne? Über Richtmikrophone fanden Purves & Pilleri (1987) zwei Tonquellen im Kopf der Zahnwale, eine lag im Nasenhof und die zweite im Bereich des Kehlkopfes. Diese Befunde führten zur Suche nach den Organen, die als Tonerzeuger in Frage kommen könnten. Die Wale haben keine Stimmbänder, doch der Charakter der Töne weist darauf hin, daß die Wale alle ihre Töne mit Luft erzeugen. Wie erzeugen die Wale nun die Töne, und woher nehmen sie bei langen Tauchzeiten unter Wasser die nötige Luft?

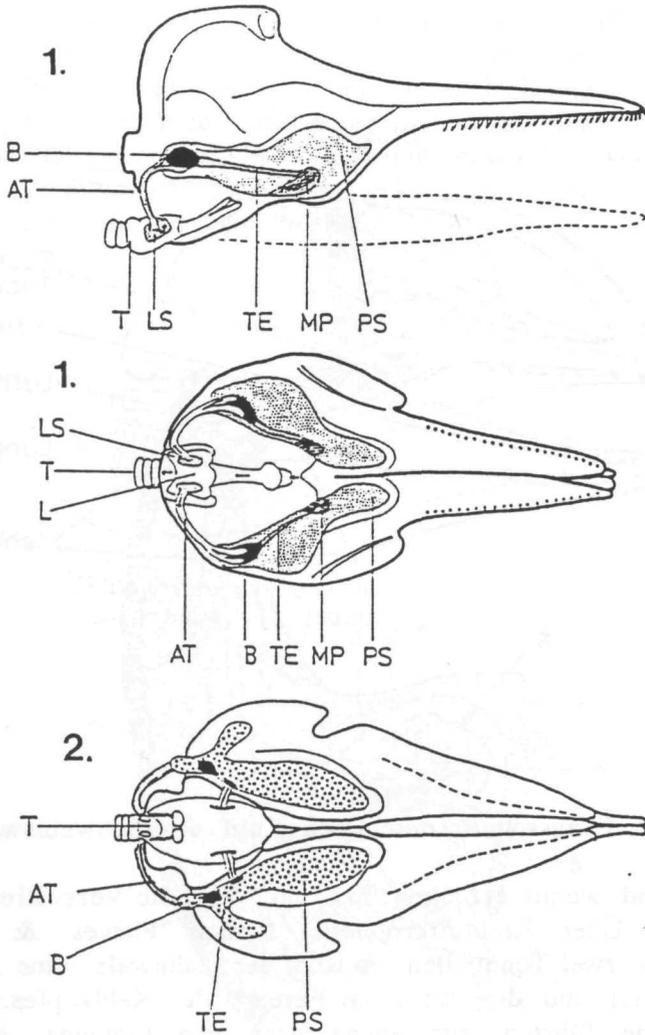


Abb. 8. Die Luftwege unterhalb des Schädels:
 1. Delphin, 2. Pottwal. AT = Lufttube, B = Ohrkapsel,
 LS = Kehlsack, MP = Schallmembran, PS = Luftsack,
 T = Luftröhre, TE = Eustachische Tube.

Der Kehlkopf der Wale unterscheidet sich von den Kehlköpfen aller anderen Säugetiere durch seine Form. Er hat eine lange Tube, die in den Nasenhof geschoben werden kann und dort von einem Ringmuskel festgehalten und verschlossen wird. Dadurch wird verhindert, daß bei geöffnetem Mund Wasser in die Lunge kommt. Wenn die Kehlkopftube im Nasenhof liegt, sind die vom Kehlkopf abzweigenden Nebenhöhlen geöffnet, aus denen Lufttuben zu den Luftsäcken unterhalb der Schädelbasis führen. Die Luftsäcke haben zwei Funktionen. Erstens können sie Schallwellen aufnehmen und zum inneren Ohr leiten, und zweitens können sie wie Blasebälge arbeiten. Die Luftsäcke sind mit Muskeln überzogen, die die Luft auspressen, so daß die Luft ständig zwischen Lunge und Luftsäcken ventilieren kann. Dabei entstehen Quietsch- und Pfeiftöne in den Lufttuben, die eine zungenartige Hautfalte haben. Tiefere und hohe Töne werden mit Membranen und der Luft erzeugt, die durch das Mittelohr in die Eustachische Röhre gepreßt wird. Die Eustachischen Tuben führen mitten durch die Membranen in die Nasenhöhle. Die Membranen in den Flügelbeinen des Kopfes besitzen Muskeln, die diese spannen können. Wird durch die Eustachischen Tuben Luft gepreßt, können die Tuben durch Anspannung der Membranmuskeln zusammengedrückt werden. Wird der Luftdruck erhöht, passiert die Luft ruckartig die Membran, wobei trommelartige Schwingungen und Klicks entstehen, die auf den Wasserkörper im Mundraum übertragen werden. Das System gleicht einer Kesselpauke. Bei der Erzeugung der Töne geht allerdings Luft verloren, die sichtbar durch das Blasloch den Körper verläßt. Weil bei der Erzeugung von hohen Tönen bis zu 6.5 Atm verwendet werden, muß das innere Ohr vor Schädigungen geschützt werden. Der Steigbügel wirkt hierbei wie ein Sicherheitsventil, welches aktiv geöffnet werden muß, wenn der Wal hören will. In den Windungen der zweiten Öffnung des inneren Ohres liegen fächerförmige Knochengebilde, die wie Wellenbrecher funktionieren. Damit ist das innere Ohr vor schädigenden Schallwellen geschützt.

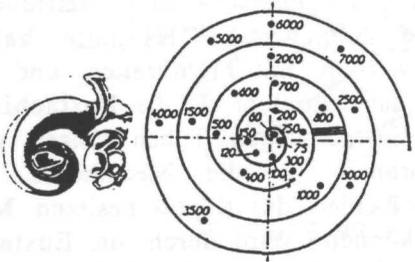
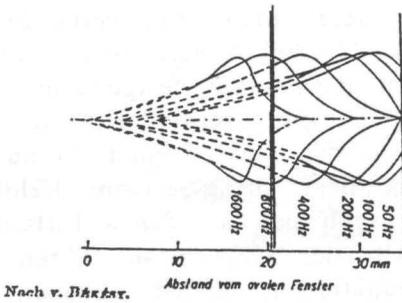


Abb. 9. Das Hörpotential des Schweinswals

Ob Wale hören können oder nicht, wurde bis in die siebziger Jahre diskutiert. Heute nimmt man an, daß die Wale Schwingungen von etwa 800 Hz bis 100 000 Hz hören können. Damit ist ihr Gehör feiner als das der Fledermäuse. Die Gehörschnecke ist sehr kurz und hat nur selten mehr als eineinhalb Windungen. Die Anzahl der Sinneszellen ist etwa so hoch wie beim Menschen, die Zahl der Ganglienzellen ist aber zwei- bis dreimal so hoch wie beim Menschen (Nachtigall, 1986). Wenn die Wale also nur Töne zwischen 800 und 100000 Hz hören können, bleibt die Frage, warum sie höhere und tiefere Töne erzeugen und ob sie diese auch verwerten können.

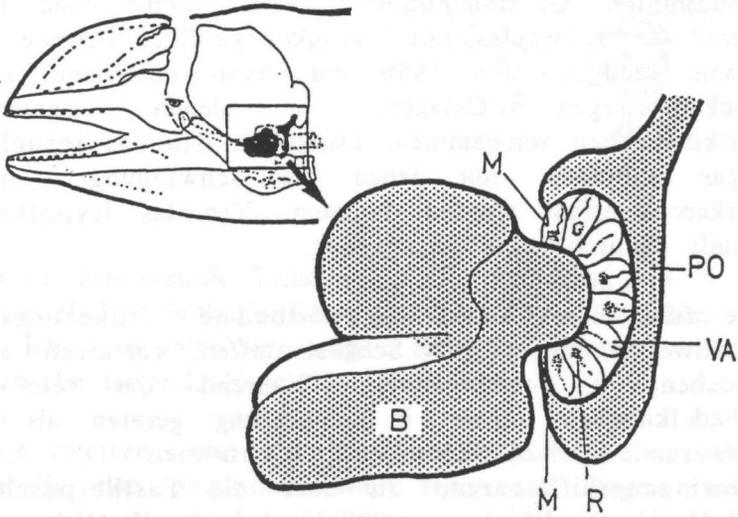


Abb 10. Längsschnitt durch das Sinnesorgan hinter der Ohrkapsel: **B** = Ohrkapsel, **M** = Hätschen, **PO** = Hinterhauptbein, **R** = Tastkörperchen, **VA** = Gefäßchen.

Die Ohrenkapseln der Wale haben sich von dem Schädel getrennt und werden nur durch Bänder oder häutiges Gewebe in ihrer Position gehalten. Die Ohrenkapseln sind sehr kalkhaltig und deshalb auch sehr schwer, fast doppelt so schwer wie die übrigen Knochen. Weil die Ohrenkapseln frei schwingen und sehr schwer sind, kam 1953 der Japaner Yamada zu der Hypothese, daß die Ohrenkapseln der Wale wie Seismographen funktionieren. In der folgenden Zeit wurden aber keine nervösen Organe gefunden, die dieses bestätigen konnten. Außerdem war Purves noch 1966 der festen Überzeugung, daß die die Ohrenkapseln umgebenden Räume zu den Luftsäcken gehören und mit Luft gefüllt sind. So wurde die Hypothese nicht weiter beachtet und geriet in Vergessenheit. Bei wiederholten Untersuchungen dieser Räume fand ich immer wieder lockeres, mit Flüssigkeit gefülltes Gewebe. In diesem fand ich nun 1986 ein Organ, bestehend aus glockenförmigen Gefäßen, in denen nervöse Tastkörperchen schwammen. Damit war nun das gesuchte Organ gefunden, mit denen die Schwingungen der Ohrkapsel erfaßt werden konnten. Yamadas Hypothese erhielt dadurch seine Bestätigung.

Wie funktioniert nun das postbullare Sinnesorgan? Schallwellen, die auf den Schädel treffen, versetzen alle Knochen in Schwingungen. Während die leichten Schädelknochen leichter in Schwingung geraten als die schwerere Ohrkapsel, entstehen hier Schwingungsdifferenzen, die über die Tastkörperchen registriert werden können. Nun haben ja alle Wale zwei Ohrenkapseln, die wie "Seismographen" funktionieren, wodurch die Wale in der Lage sind, auch noch die Richtung zu bestimmen, aus der die Schallwellen kommen. Mit den postbullaren Sinnesorganen können die Wale Schallwellen bis zu 800 Hz ertasten, also tiefe Töne, die hauptsächlich zur Orientierung eingesetzt werden. Solch tiefe Töne haben im Meer eine Reichweite von mehreren Kilometern und damit auch ein gut registrierbares Echo.

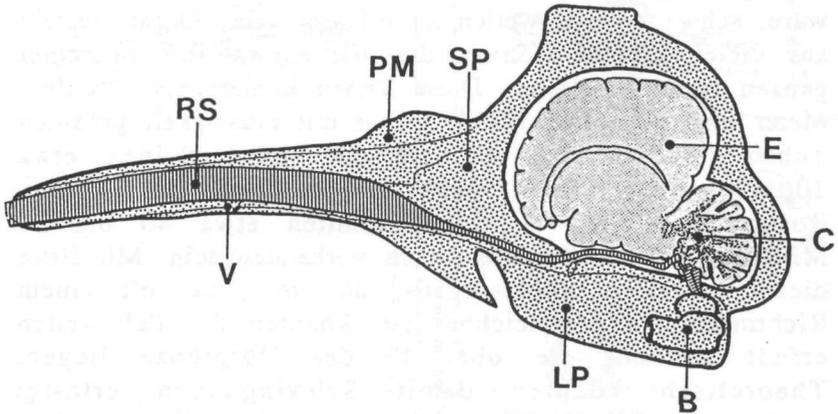


Abb 11. Das rostrale Sinnesorgan: C = Kleinhirn, B = Ohrkapsel, E = Großhirn, LP = Kleinhirn, PM = Zwischenhirn, RS = rostrales Sinnesorgan, SP = knöcherner Nasenscheidewand, V = Pflugscharbein.

Wie verwerten nun die Wale solche Schallwellen, die oberhalb der angenommenen Hörgrenze liegen, also Schwingungen zwischen 100.000 und 320.000 Hz. Hohe Frequenzen sind gut zu bündeln, reichen aber, weil sie nicht mit hoher Energie erzeugt werden können, nicht sehr weit.

Hohe Schallwellen werden zur Ortung von Nahrungstieren und auch zu deren Betäubung eingesetzt. Wenn solche Schwingungen nicht weit reichen, kann ihr Echo nur sehr schwach sein und in den Körper nicht tief eindringen. Nervöse Organe, die solche schwachen Echwellen

registrieren könnten, müßten weit vorne im Kopf liegen. Nun haben alle Wale im langen Oberkiefer (Rostrum) eine tiefe Rinne, in der ein langer Knorpelstab liegt, der nie verknöchert. In diesem Knorpel vermutet man ein Instrument, das bei der Echoaufnahme eine Funktion haben könnte. 1988 entdeckte ich ein nervöses Organ, das den ganzen Knorpelstab ummantelte und in der Lage wäre, schwache Echowellen zu erfassen. Das Organ besteht aus vielen kleinen Röhren, die den Knorpelstab in seiner ganzen Länge begleiten. Diese Tuben können also mehrere Meter lang sein. Die Wände dieser mit Flüssigkeit gefüllten Tuben gefüllten sind innerlich mit vielen kleinen, etwa $30\mu\text{m}$ großen Tastkörperchen bestückt. Im kurzen Rostrum des Schweinswales könnten etwa 40 bis 50 Millionen solcher Tastkörperchen vorhanden sein. Mit Hilfe dieses rostralen Sinnesorgans, das in etwa mit einem Richtmikrofon vergleichbar ist, könnten die Echowellen erfaßt werden, die oberhalb der Hörgrenze liegen. Theoretisch könnten damit Schwingungen ertastet werden, deren Wellenlängen kleiner als ein Millimeter sind. Nun wird erklärbar, wie die Wale es schaffen, in trüben Gewässern ein Münze von einem Millimeter Dicke, die auf Steinen liegt, zu finden. Eine Leistung, die von modernsten Ortungsgeräten nicht erreicht wird.

Alle die genannten Organe sind Fakten. Die aus ihrer Existenz gezogenen Rückschlüsse sind hypothetisch und bedürfen der Bestätigung. Fest steht, daß die Wale Töne zwischen 12 und 320.000 Hz erzeugen. Alles spricht dafür, daß sie diese auch registrieren und verwerten. Nur von welchen Organen die Echowellen aufgenommen werden, welche Töne die Wale mit dem Gehörorgan und welche sie über den Tastsinn ermitteln, könnten uns nur die Wale selber sagen. Weil beide neu entdeckten Organe tief im Körper zwischen hartem Knochenmaterial eingebettet sind, und ich nur gestrandete Wale verwertet habe, waren weitere Untersuchungen nicht möglich.

Schallwellen erzeugende Organe

Schallwellen registrierende Organe

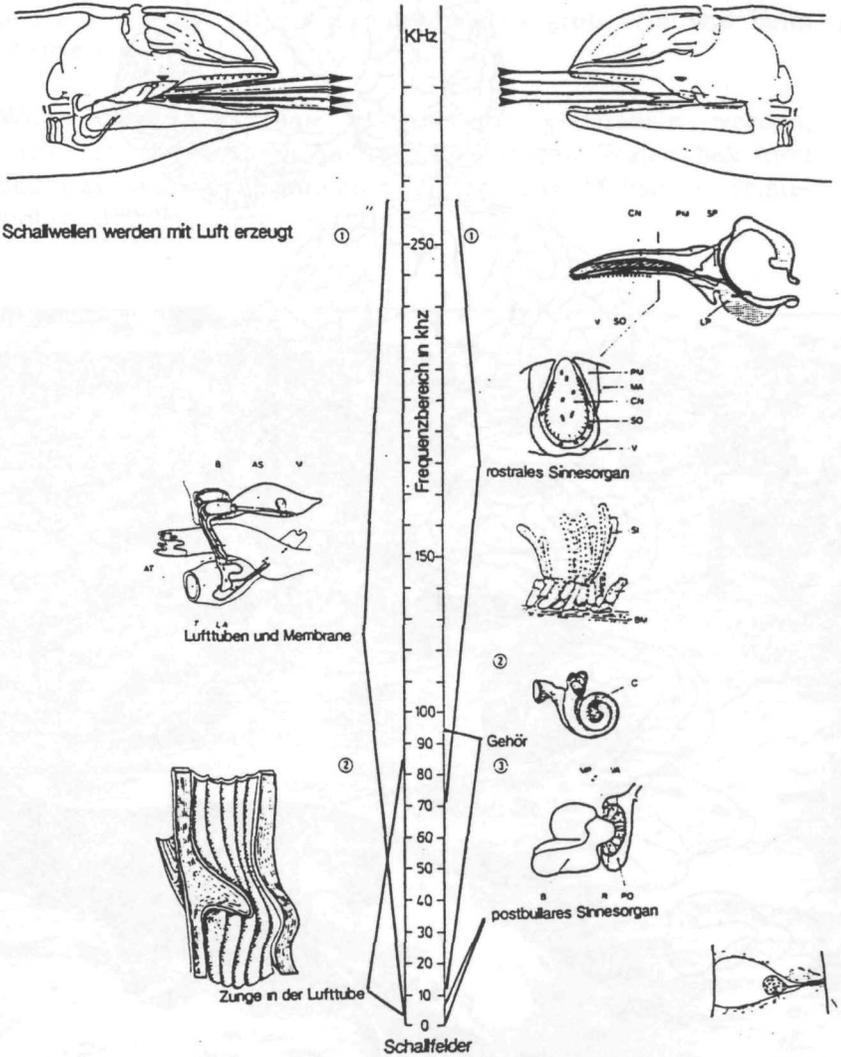


Abb. 12. Funktion der Echolokation

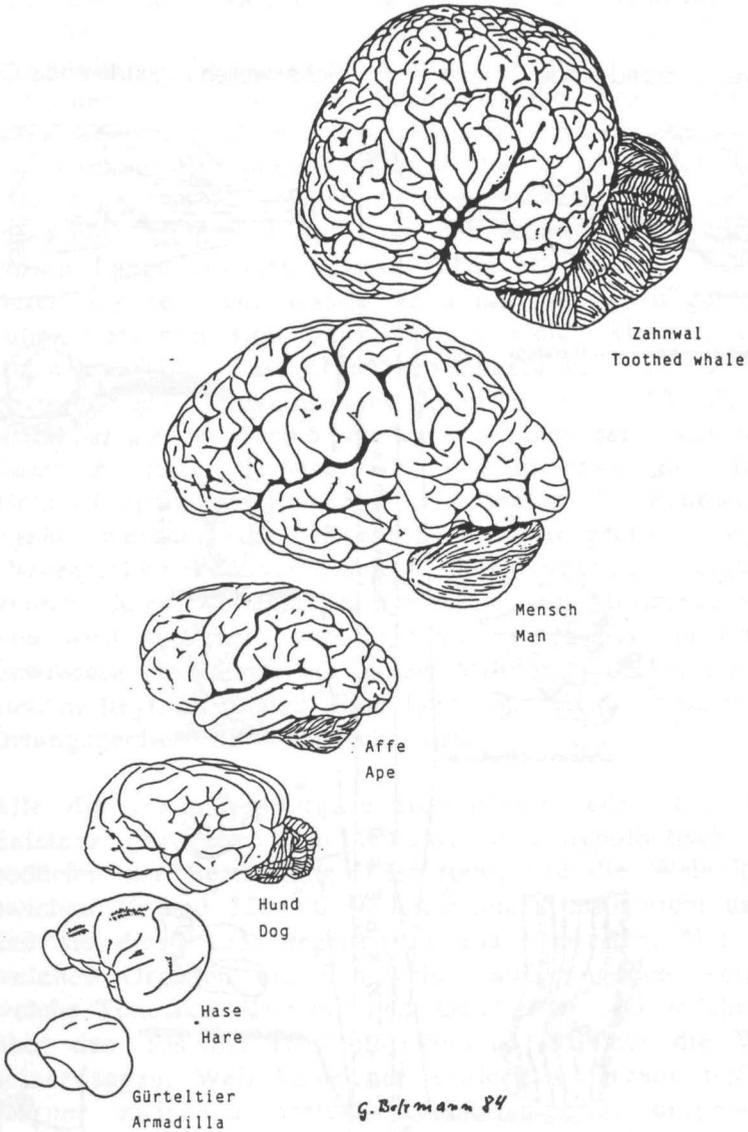


Abb. 13. Je höher ein Hirn entwickelt ist, desto größer wird seine Oberfläche.

Dies alles wird von einem Gehirn gesteuert, das besser entwickelt ist als das des Menschen. Das Walhirn hat doppelt so viel Falten wie das menschliche Gehirn, und die Zahl der Neuronen und Gliazellen in einem Kubikmillimeter Hirnrinde kann sogar dreimal so groß sein wie beim Menschen.

Wenn diese Tatsachen zu Kenntnis genommen werden, hoffe ich, daß man mehr Respekt vor den Walen bekommt und das sinnlose Vernichten dieser, uns Menschen immer wohlgesinnten Tiere, aufhört.

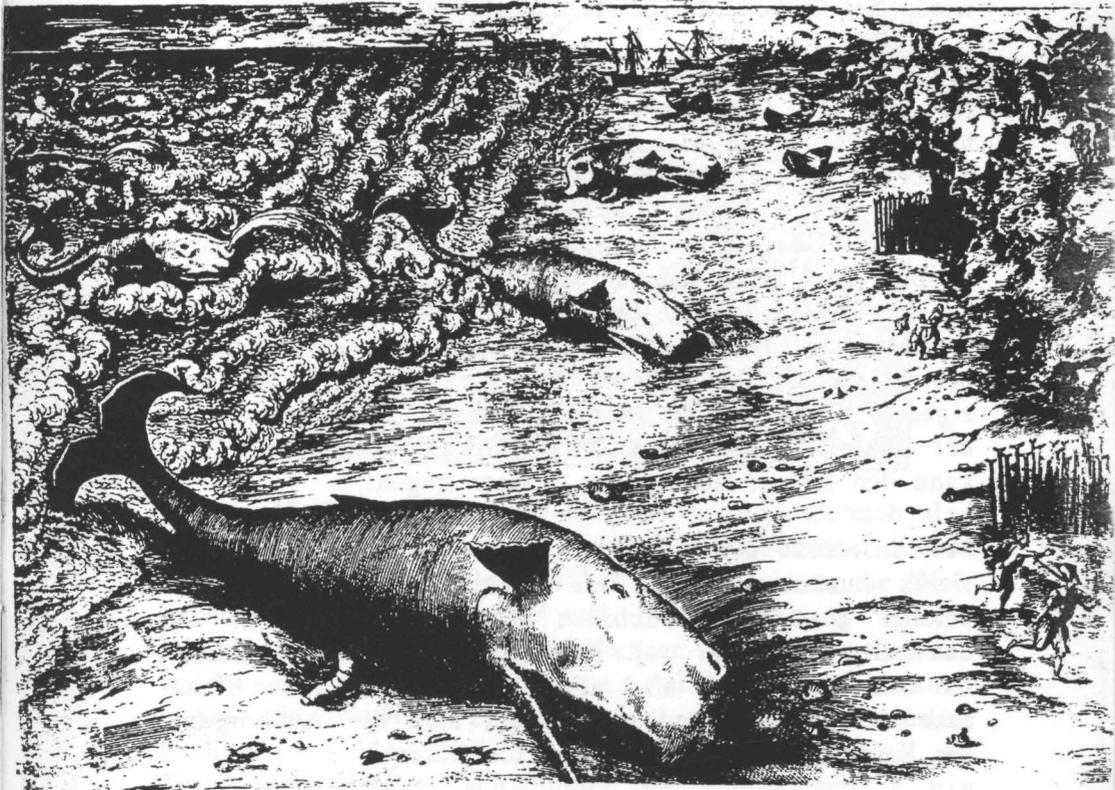


Abb. 14. Gestrandete Pottwale an der Küste bei Ter Heijden, am 22. und 23. November 1577

Seit wann und warum stranden Wale?

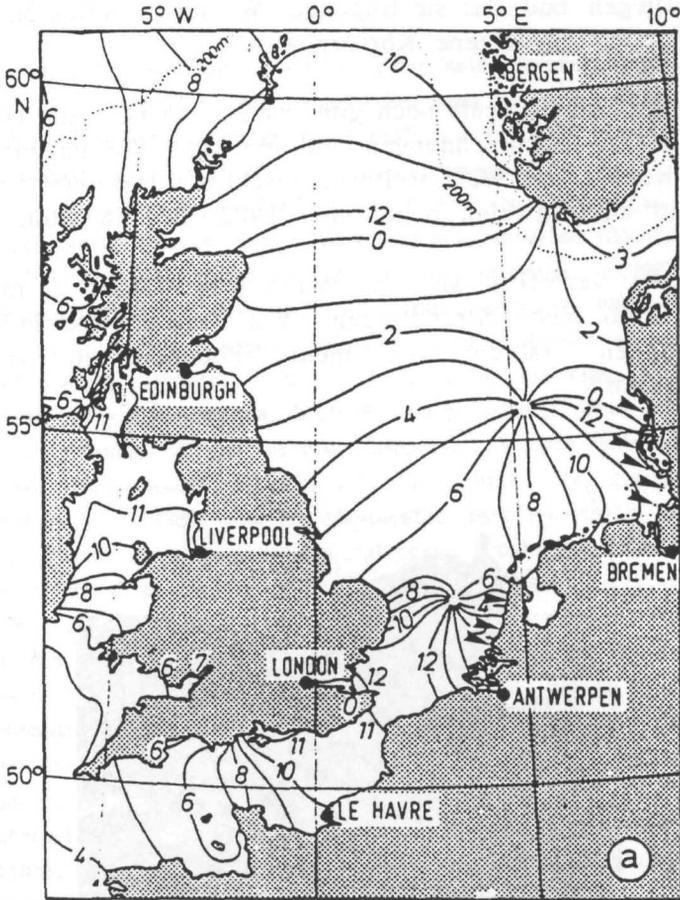
Seitdem es Wale gibt, also schon vor 60 Millionen Jahren. Krankheiten in den Orientierungsorganen, Verirrungen, jagende Schwertwale, rasende Schnellboote oder ein ganz normaler Tod führen zu Strandungen.

Einzelstrandungen

Weil die Wale nicht mehr gefangen werden, sterben sie eines natürlichen Todes. Wenn bei alten oder kranken Walen die Kräfte nachlassen, suchen sie flachere Küstengebiete auf, wo sie nicht dauernd schwimmen müssen. Solchen Walen ist kaum zu helfen. Wollen dann "Tierschützer" diesen Walen helfen und sie in tiefere Gewässer ziehen, kehren die Wale ständig zurück und sind schneller wieder im flachen Wasser als ihre Helfer.

Wale leben in Schulen und halten fest zusammen. In der Not hilft ein Wal dem anderen. Diese Hilfsbereitschaft haben schon viele Menschen kennengelernt, die in Seenot gerieten. In der Schule sollte nur einer reden. Bei den Walen gibt nur das Leittier den Orientierungston ab, wodurch Überschneidungen der Tonwellen vermieden werden. Das Echo können dann alle hören. Erkrankt nun ein Tier, so bleiben alle bei ihm, bis es wieder genesen oder gestorben ist. Geraten sie dabei in den Ebbe-Flutbereich, besteht die Gefahr, daß sie bei ablaufendem Wasser vom eigenen Körpergewicht erdrückt werden; denn das Skelett der Wale ist verhältnismäßig schwach ausgebildet und kann den Körper nur im Wasser tragen.

Massenstrandungen sind auf Desorientierung des Leitieres zurückzuführen. Bei genaueren Untersuchungen solcher gestrandeten Schulen wurde nachgewiesen, daß das Leittier erkrankt war. Besonders anfällig für Krankheiten und Wurmbefall sind alle Organe, die mit der Echolokation in Zusammenhang stehen, also die Atemorgane, der Kehlkopf, die Lufttuben und die Ohren.



Für die Massenstrandungen der Pottwale, im Bereich der Nordsee, gibt es folgende Erklärung: Zu bestimmten Zeiten laufen die Ebbe-Flutwellen parallel zum Golfstrom, die Wale können hier zwischen Golf und Flutstrom nicht unterscheiden und gelangen in die Nordsee. Ziehen sie westlich an der englischen Küste entlang, durchziehen sie unbemerkt die Nordsee. Ziehen sie aber in der östlichen Nordsee, wo Ebbe und Flut laufend wechseln und zu Turbulenzen führen, schwimmen sie orientierungslos hin und her. Laufen bei Ebbe die Priele oder die Flüsse leer, meinen sie, daß dies der richtige Weg ist, schwimmen

gegen den Ebbstrom und geraten bald in Untiefen. Sobald sie aufliegen und das sie tragende Wasser abgeflossen ist, erdrückt sie das eigene Körpergewicht.

Wieviele Wale es heute noch gibt, weiß niemand. Alle Daten beruhen auf Hochrechnungen und die sind alle ungenau. 1972 wurden alle Wale weltweit geschützt. Der errechnete Bestand an Pottwalen belief sich **1982 auf 567.800**.

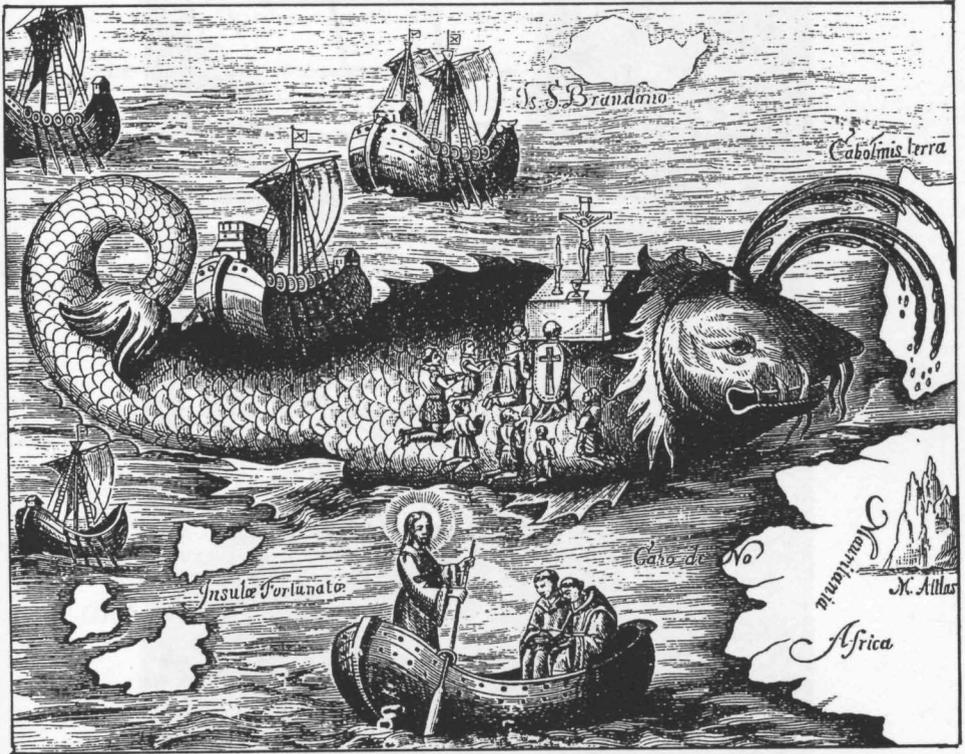
Seit 1973 vermehrt sich der Walbestand wieder. Je mehr Wale, desto mehr Strandungen. Wir werden also in den kommenden Jahren viel mehr Pottwale zu sehen bekommen.



Literatur

- Behrmann, G., 1984:** Zur Orientierung der Wale. Naturwissensch. Rundschau Jahrg.37/3, 108 - 109. **Behrmann G. & M. Klima, 1985:** Knorpelstrukturen im Vorderkopf des Pottwals *Physeter macrocephalus*. Zeitschrift für Säugetierkunde Vol. 50 (6), 347 - 356. **Behrmann, G.,1987:** Die Funktion von Sinnesorganen caudal der Ohrkapseln (*Bulla tympanica*) bei Zahnwalen (*Odontoceti*). *Lutra* Vol. 30, 113 - 122, Leiden. **Behrmann, G.,1987:** The echolocation system in the harbour porpoise *Phocoena phocoena*. In: The european cetacean society: Report of the 1987 meeting Hirshals, Denmark. Ed. by J. W. Broeksema & C. Smeenk, 33 - 40. **Behrmann, G.,1988:** The peripheral nerve ends in the tongue of the harbour porpoise *Phocoena phocoena* (Linné,1758). *Aquatic Mammals* Vol. 14/3, 107 - 112, London. **Behrmann, G., 1988:** How do odontocetes perceive their own sounds ? European research on cetacean. Proceedings of the second annual conference of the European Cetacean Society, 81 - 90, Lisboa/Portugal. **Behrmann, G., 1989:** The cartilaginous rostrum and the associated rostral sense-organ of toothed whales (*Odontoceti*). *Lutra* Vol. 32, 152 - 163, Leiden. **Behrmann, G., 1989:** The olfactory regions in the nose of the Harbour porpoise *Phocoena phocoena* (Linné, 1758). *Aquatic Mammals* Vol. 15/3, 130 - 133, London. **Behrmann, G., 1990:** The tuberos organs of the harbour porpoise *Phocoena phocoena* (Linné, 1758). *Aquatic Mammals* Vol. 16/1, 33 - 35, London. **Behrmann, G., 1990:** Die peripheren Nerven in der Zunge und den Papillen des Schweinswals *Phocoena phocoena* (Linné, 1758). *Meer und Museum* Band 6, 42 - 46, Stralsund. **Behrmann, G., 1991:** The nervous end-corpuscles in the post-bullar sense-organ of the harbour porpoise *Phocoena phocoena*. *Lutra*, vol 34, 37 - 39, Leiden. **Behrmann, G., 1991:** The nervous end-corpuscles of the rostral sense-organ of the harbour porpoise *Phocoena phocoena* (L. 1758). *Lutra*, vol. 34, 40 - 42, Leiden. **Behrmann, G., 1992:** The peripheral nerve endings in the skin of the harbour porpoise *Phocoena phocoena* (Linné, 1758). Proceedings of the Symposium on Wales 1991, 149 - 156, Brüssel.

Behrmann, G. 1992: Cytoarchitectonic Studies of the Cortex of the harbour porpoise *Phocoena phocoena*, (Linné, 1758). Proceedings of the 6th annual Conference of the European Cetacean Society, 207 - 210, San Remo. **Behrmann, G. 1992:** How do toothed whales (Odontoceti) protect their inner ear against pressure waves? *Lutra*, vol. 36, 29 - 36, Leiden. **Behrmann, G., 1993:** Cytoarchitectonic studies of therebral cortex of the harbour porpoise *Phocoena phocoena* (Linné, 1758). Investigations on Cetacea, Vol. 24, 261 - 285, Paciano. **Caldwell, D. K. & M. C. Caldwell, 1972:** Sense and communication. In: *Mammals of the Sea*, ed. by S. H. Ridgway. Charles C. Thomas Publisher Springfield Illinois USA, 419 - 502. **Kellogg, W. N., 1940:** Bibliography of the noises made by marine organisms. *Amer. Museum Novitates*, No 1611, 1 - 5. **Kesarev, V. S., 1970:** Certain data on neuronal organization of the neocortex in the dolphin brain. *Arkh. Anat. Gistol. Embriol.*, 59, 71 -77. **Kesarev, V. S., 1975:** On the problem of the homologization of the cerebral neocortex in cetaceans. *Arkh. Anat. Gistol. Embriol.*, 68, 5 - 13. **Klinowska, M., 1986:** The cetacean magnetic sense-evidence from strandings. In: *Research on dolphins* (eds. M.M. Bryden & R. Harrison, 401 - 432. Clarendon Press, London. **Lange, W. 1923:** Zur Physiologie des Walohres. *Zeitschr. für Hals, Nasen, Ohrenheilkunde*, 3, 63 - 69. **Lilly, J. C., 1963:** Critical brain size and language. *Perspectives in Biol. & Med.* 6, 216 - 255. **Nachtigall, P. E., 1986:** Vision, Audition, and Chemoreception in Dolphins and other Marine Mammals. In: *Dolphin cognition and behavior*, eds. by R. Schusterman, J. Thomas & F. Wood. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Hillsdale, New Jersey, London, 79 - 114. **Neuhaus, W., 1988:** Zur Frage der Sehfähigkeit von *Delphinapterus leucas* in Wasser und Luft. *Zeitschrift für Säugetierkunde* Vol. 53 (1), 57 - 58. **Purves, P. E. & G. E. Pilleri, 1983:** Echolocation in Whales and Dolphins. Academic Press, London. **Yamada, M., 1953:** Contribution to the anatomy of the organ of hearing in whales. *Sci. Rep. Whales Res.Inst.*, Tokyo, 8, 1 - 79.





Nordseemuseum - Bremerhaven

Aus der Biologie der Pottwale **Physeter macrocephalus, Linné 1758,**

(alter Name: Physeter catodon = Springbrunnen, unten Zähne)

Lit.: Internationale Whaling commission, 1984;

The IUCN Red Data Book 1991.

(Daten von Strandungen und von Walfängen)

Lebensraum: in allen Meeren,

Paarung und Aufzucht in warmen Meeresgebieten,

Paarungszeit (5 Autoren) im Nordatlantik: Februar bis Juli,

Länge der fertilen Kühe 10 bis 15 m,

Länge der fertilen Bullen von 10 bis 18 m,

Matura bei 10 m Länge, 7 - 11 Jahre?

Tragzeit: (11 Autoren) 10 bis 17 Monate,.

IUCN = 14 bis 15 Monate

Länge bei Geburt um 4 m (3,71 - 5,5 m),

Gewicht: um 1000 kg,

Milchzeit: von 2 - 11,5 Wachstumsringe,

Die Pottwalmilch: fester Anteile 30 - 45 %,

davon: 19 - 28 % Fett, 7 - 11,5 Proteine,

Durchbrechen der Zähne: bei 4 bis 10 m,

feste Nahrung ab 7 Wachstumsringen,

Nahrung: hauptsächlich Tintenfische,

Größe der ausgewachsenen Pottwale:

Kühe: 10 bis 16 m, Bullen: 12 bis 22 m,

bis 2 Tonnen Spermaceti, ein hochwertiges Fett im Pott,
kg bis 400 DM,

im Darm bis zu 400 kg Ambra,

bis vierfacher Goldpreis wurde bezahlt, Parfüm

Altersbestimmungen nach Wachstumsringen:

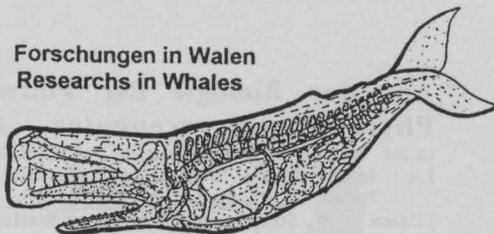
60 - 70 Wachstumsringe Kühe: um 25, Bullen um 30 Jahre,

*früher nahm man an, daß jedes Jahr, so wie bei Bäumen, ein
Wachstumsring dazu kommt. Nachgewiesen wurde aber bei anderen
Zahnwalen, daß das Wachstum der Ringe auf Nahrungsperioden
beruht. Es können also keine oder 2 Wachstumsringe pro Jahr
entstehen.*

Auf Wanderungen bis 30 kmh Geschwindigkeit.

Günther Behrmann
Bismarckstraße 4
D-27570 Bremerhaven
Germany

Forschungen in Wale
Researchs in Whales



Serie Schule und Museum

Lebensraum "Meer"

1. 1979: Arbeitsmappe Schule und Museum I
2. 1980: Evolution der Wale, 1. Auflage
3. 1980: Gliederfüßer - Krebse
4. 1982: Fische
5. 1982: Evolution
6. 1985: Evolution der Wale, 2. und 3. Auflage
7. 1985: Arbeitsmappe Schule und Museum II
8. 1998: Wie orientieren sich die Wale, 3. Auflage
9. 1997: Evolution der Wale, 4. Auflage
10. 1996: Zur Anatomie der Wale, deutsch/engl.
11. 1996: The nervous system of cetaceans
12. 1997: Das akust. Orientierungssystem der Zahnwale
13. 1997: Anat. des Zahnwalskopfes, deutsch/engl., 3. Aufl.
14. 1997: Evolution, 4/2 Auflage
15. 1997: Gebisse der Zahnwale, deutsch/engl.
16. 1997: Interessantes aus dem Nordseemuseum
17. 1997 Fische, 2. Auflage
18. 1998 Bremerhavener Erdkunde
- 19 1998 Evolution der Wale. 4. Aufl.
- 20 1999 Die Ohrplakode der Wale und ihre Derivate

Ein Führer durch das Nordseemuseum

Herausgeber:Förderverein Nordseemuseum
Nordseemuseum Bremerhaven
Der Senator für Wissenschaft und Kunst
Der Senator für Bildung

Nordseemuseum Bremerhaven
Am Handelshafen 12
D-27570 Bremerhaven
Tel.: 0471 4831 536 / 402
Tel-Fax: 0471 4831 425