

Ueber Form und Funktion der Halswirbelsäule der Wale.

Von

Dr. O. Reche.

Mit 31 Figuren im Text.

Der Zweck der folgenden Untersuchungen ist, die Gestalt der Halswirbelsäule der Wale zu beschreiben und den Versuch zu machen, in das Verständnis ihrer Form und Funktion einzudringen. Dazu war es zunächst nötig, die in der sehr umfangreichen Literatur enthaltenen Angaben über die Halswirbel herauszuschälen und soweit wie möglich durch eigene Beobachtungen nachzuprüfen und zu ergänzen. Das dazu verwandte Skelettmaterial entstammt der Sammlung des Zoologischen Institutes zu Breslau. Einen wertvollen Embryo von *Balaenoptera physalus* überwies mir mein hochverehrter Lehrer, Herr Professor KÜKENTHAL, der mich auch sonst in liebenswürdigster Weise unterstützte; ihm sei hier mein innigster Dank ausgesprochen.

Die in der mir zugänglichen Literatur enthaltenen Angaben sind im folgenden zusammengestellt. In der Namengebung folge ich besonders KÜKENTHAL (65) und TRUE (106); dort ist auch die Synonymik zu finden.

A. Morphologischer Teil.

I. Literaturergebnisse.

1. Mysticeta, Bartenwale.

a) Balaenidae.

Balaena mysticetus L. Die Wirbelformel ist C 7, D 13, L 12, Ca 22 = 54. Die Halswirbel sind alle miteinander verschmolzen und stark verkürzt. Die Verschmelzung erstreckt sich auf Körper, Neuralbögen und Dornfortsätze; auch der 1. Rückenwirbel kann in sie hineingezogen werden; sie ist am vollkommensten auf der

Unterseite der Wirbel, wo sich zwischen Atlas und Epistropheus auch keine Andeutung einer Naht mehr findet, während sie bei jedem folgenden Wirbel immer deutlicher hervortritt (Fig. 1 u. 2). Auf einem Längsschnitt durch die Halswirbelsäule kann man die Grenzen der Wirbelkörper nicht mehr erkennen (Fig. 3). Die Länge der Halswirbelsäule beträgt nach ESCHRICHT und REINHARDT (31) $\frac{3}{100} = \frac{1}{33}$ der Länge der Wirbelsäule, also ca. $\frac{1}{43}$ der ganzen Körperlänge, doch wurde bei einem Skelett auch das Verhältnis $\frac{1}{50}$ gefunden. Atlas und Epistropheus nehmen zusammen fast die Hälfte der Länge der ganzen Halswirbelsäule ein,

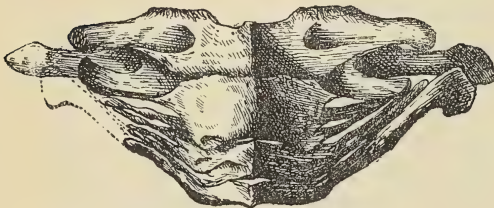


Fig. 1.

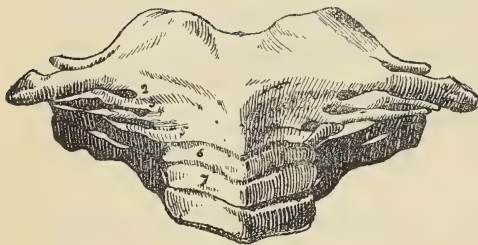


Fig. 2.



Fig. 3.

Fig. 1. *Balaena mysticetus* L. nach ESCHRICHT und REINHARDT. Halswirbel von oben.

Fig. 2. *Balaena mysticetus* L. nach ESCHRICHT und REINHARDT. Halswirbel von unten.

Fig. 3. *Balaena mysticetus* L. nach ESCHRICHT und REINHARDT. Längsschnitt durch die Halswirbelsäule.

so daß also die Verkürzung hauptsächlich die hinteren Wirbel 3—7 trifft; der am stärksten reduzierte ist die 3. V. c. Die Dornfortsätze der ersten 6 Wirbel sind miteinander verschmolzen und bilden einen starken Kiel, der seinen höchsten Punkt über dem Epistropheus erreicht. Der Processus spinosus der 7. V. c. scheint immer frei zu sein und hat eine geringere Länge. Individuell kann auch der Dorn der 6. V. c., ja auch der des Atlas frei bleiben. Der Neuralkanal ist beim Atlas ziemlich kreisförmig, bei den weiter hinten gelegenen Wirbeln aber breiter als hoch. Die Neuralbögen des 3., 4., 5. und 6. Wirbels sind unregelmäßig miteinander ver-

schmolzen, ebenso die von ihnen entspringenden oberen Querfortsätze, die oft rudimentär sind (31). Ihre Spitzen nähern sich übrigens sehr stark, so daß sie gemeinsam den Anheftepunkt der 1. Rippe bilden. Dieses Konvergieren kommt besonders dadurch zu stande, daß die Fortsätze der hinteren Halswirbel stark nach vorn gerichtet sind; die der vorderen Wirbel sind nur wenig nach hinten gewandt. Eine vollständige Ringbildung der oberen und unteren Querfortsätze ist nie beobachtet worden. Die unteren sind meist nur bei den Wirbeln 2—5 entwickelt, und zwar so, daß die des Epistropheus am längsten sind und die jedes folgenden Wirbels an Länge abnehmen. Nach VAN BENEDEN und GERVAIS (7) können sie auch bei der 6. V. c. auftreten.

Die Gattung *Eubalaena* unterscheidet sich unter anderem von der eben beschriebenen durch einen kleineren Schädel, durch ihre Wirbelzahl (C 7, D 14—15, L + Ca 36 = 57—58), und was hier besonders in Betracht kommt, durch eine etwas andere Ausbildung der Halswirbelsäule.

Eubalaena glacialis (BONNATERRE) ist die bekannteste Art. Nach FLOWER (34) sind von den Halswirbeln (Fig. 4) nur 1—5, nach den Angaben vieler anderer Forscher aber meist mehr (1—7) verschmolzen, ja von einem Exemplar erwähnt GULDBERG (51), daß auch der 1. Rückenwirbel die Neigung zeige, mitzuverwachsen. Bei einem von HOLDER (58) unter dem Namen *Balanaea cisarctica* COPE beschriebenen Exemplare waren alle 7 Halswirbel verschmolzen, doch nicht vollständig, da bei den letzten 3 der obere Teil des Wirbelkörpers frei war. Die oberen Querfortsätze waren auf der einen Seite bei den Wirbeln 4, 5 und 6 mit den Spitzen verschmolzen, auf der anderen Seite bei den Wirbeln 1, 2 und 3 einerseits und 4, 5, 6 und 7 andererseits. Nur bei den ersten 3 Wirbeln traten untere Processus transversi auf. Auch die anderen beschriebenen Exemplare zeigen meist eine unvollkommene Verschmelzung der hinteren Halswirbel und stark variierende Fortsätze.

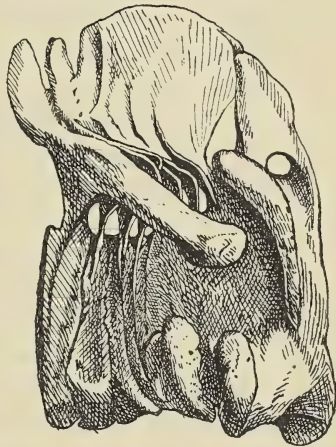


Fig. 4. *Eubalaena glacialis* (BONNAT.) nach VAN BENEDEN. Halswirbel von der Seite.

Bei *Eubalaena australis* (DESMOULINS), dem Kapwal, sind nach VAN BENEDEN und GERVAIS (7) die ersten 6 Halswirbel völlig verschmolzen, die 7. V. c. mit dem Körper nur lose, mit dem Neuralbogen und dem Dornfortsatze gar nicht. Nach ESCH- RICH T und REINHARDT (31) sind bei dem Pariser Skelett alle 7 Halswirbel, bei dem Exemplar in Leyden nur 1—4 verschmolzen. Bezüglich der Zahl der verschmolzenen Wirbel scheint also in dieser Species eine große individuelle Verschiedenheit zu herrschen, die vielleicht so zu erklären ist, daß bei jüngeren Exemplaren weniger, bei älteren mehr Halswirbel verwachsen. Nach der von VAN BENEDEN (7) gegebenen Abbildung eines erwachsenen Tieres war die Halswirbelsäule $\frac{1}{48}$ der Körperlänge und $\frac{1}{34}$ der Länge der Wirbelsäule.

Ueber *Eubalaena antipodarum* (GRAY), die vielleicht mit *E. australis* zu identifizieren ist, berichten VAN BENEDEN und GERVAIS, daß alle 7 Halswirbel völlig verschmolzen sind. Die Dornfortsätze der Wirbel 1—5 und die von 6 und 7 bilden aber je eine gesonderte Crista. Angaben über die Halswirbel von *Eubalaena japonica* (GRAY) fehlen in der Literatur.

Die Processus transversi superiores scheinen bei allen Arten der Gattung *Eubalaena* ähnlich entwickelt zu sein; die des Atlas und Epistropheus und oft auch die der 3. V. c. sind miteinander verschmolzen und gerade nach außen gerichtet. Die der 4., 5. und 6. V. c. sind kurz, schmal und finden keinen rechten Platz, da der Querfortsatz des 7. Wirbels am stärksten entwickelt ist und sich schräg nach vorn lehnt, mit seiner Spitze die der oberen Querfortsätze der ersten 3 Wirbel fast berührend. Eine Ringbildung mit den unteren Querfortsätzen kommt auch bei *Eubalaena* nicht vor. In der Zahl und Gestalt dieser unteren Fortsätze scheinen sich wieder einige Verschiedenheiten zwischen den einzelnen Arten geltend zu machen. VAN BENEDEN und GERVAIS (7) geben nämlich für *E. glacialis* und *E. australis* an, daß nur die ersten 3 Halswirbel solche Processus transversi inferiores hätten, während *E. antipodarum* solche bei den ersten 6 Wirbeln haben soll, ein Unterschied, der stark betont wird. Die Länge dieser Fortsätze ist bei der 1., 2., 3. und 5. V. c. ungefähr dieselbe, bei der 4. und 6. V. c. bedeutend geringer.

Neobalaena marginata (GRAY). Diese Species erreicht nur 6,50 m Länge. Im südlichen Eismeere lebend, ist sie noch wenig bekannt. Sie hat nach BEDDARD (5) C 7, D 17—18, L + Ca 18—19 = 43 Wirbel. Alle Halswirbel sind miteinander verschmolzen.

Von fossilen Formen, die zweifellos zu den Balaeniden gehören, wie *Balaena svedenborgii*, *Balaena tannenborgii*, *Balaena primigenius* sind die Halswirbel unbekannt.

Bei *Palaeocetus sedgwickii* SEELY, der wahrscheinlich auch hierher gehört, sind dagegen alle Halswirbel vorhanden. Sie zeigen die merkwürdige Erscheinung, daß nur der Atlas frei, alle anderen aber verschmolzen sind.

b) Agaphelidae.

Von dieser Familie ist nur *Rachianectes glaucus* COPE, „the Californian gray whale“, bekannt. Er nimmt in seinem Bau eine Mittelstellung zwischen den Baläniden und den Balänopteren ein. Seine Halswirbel sind alle frei wie bei den letzteren (5). Eine eingehende Beschreibung der Wirbel scheint nirgends gegeben zu sein.

c) Balaenopteridae.

Bei allen Mitgliedern dieser Familie sind die Halswirbel normalerweise frei; nur bei *Balaenoptera rostrata* und *B. bonaërensis* kann eine geringe Verschmelzung eintreten. Die Gestalt der einzelnen Wirbel zeigt bei den einzelnen Arten nur unwesentliche Verschiedenheiten.

Balaenoptera physalus (L.) = *B. musculus auctorum*, der Finwal. Er hat im ganzen 61—64 Wirbel, welche sich auf die Körperregionen in folgender Weise verteilen: C 7, D 15, L 15, Ca 24—27. Seine Halswirbel sind bei DELAGE (25) sehr eingehend beschrieben; sie sind weniger verkürzt als bei den Baläniden. Der Atlas ist eine breite Scheibe, vorn konkav, hinten konvex; jederseits trägt er einen breiten stumpfen *Processus transversus*. Der *Epistropheus* und alle folgenden Halswirbel bis zum 6. haben lange, ziemlich dünne obere und untere Querfortsätze, die mit ihren Enden verschmolzen sind, wodurch jeder Wirbel jederseits einen Ring trägt. Diese Ringe sind beim *Epistropheus* relativ klein, bei den folgenden Wirbeln aber bedeutend größer und konvergieren nach einem Punkte, der in der Höhe der Grenze zwischen dem 4. und dem 5. Wirbel liegt. Die Querfortsätze der vorderen Wirbel sind also nach hinten, die der hinteren nach vorn gerichtet. Sehr stark ist dabei auch der obere Querfortsatz der 7. V. c. beteiligt, während der untere gänzlich fehlt. Ueber die mechanische Wirkung dieses Konvergierens äußert

sich DELAGE: „Ce puissant contrefort . . . doit donner à la partie antérieure de la cage thoracique une solidité très grande.“ Bei dem von DELAGE beschriebenen Exemplare zeigte sich übrigens eine Anomalie in der Bildung der unteren Querfortsätze des 6. Halswirbels, indem diese auf beiden Seiten unvollständig verknöchert waren; links waren nur die Basis und das mit dem oberen Fortsatze verwachsene Ende, rechts nur das letztere vorhanden; der beim Skelett fehlende Mittelteil war also wohl knorpelig und bei der Maceration zu Grunde gegangen. An Stelle des fehlenden unteren Querfortsatzes der 7. V. c. findet sich nach Angabe der Autoren eine Gelenkfläche für das Capitulum der 1. Rippe. Diese Gelenkfläche liegt aber nach meiner weiter unten zu begründenden Ansicht über der Stelle, wo der Fortsatz sich befinden müßte.

STRUTHERS (31) erwähnt, daß die konvergierenden Querfortsätze durch sehr starke Bänder miteinander verbunden seien (inferior, superior and external inter-transverse ligaments), besonders der 2. und 3. Wirbel wären kaum voneinander zu trennen. Der Zweck dieses ganzen Apparates von konvergierenden Querfortsätzen und starken Bandmassen ist nach demselben Autor, dem Halse Festigkeit zu verleihen und die mangelnde Verschmelzung zu ersetzen. Denn eine seitliche Bewegung wäre durch ihn fast unmöglich, besonders da die Bandmassen als zwischenliegende Kissen wirkten. Am größten, aber noch sehr gering sei die senkrechte Bewegung. Ein Zahnfortsatz fehlt nach DELAGE (25) gänzlich, während LILLJEBORG (66) sagt, daß der Epistropheus an seiner Vorderfläche eine Erhebung zeige, die dem Zahnfortsatze entspreche; auch STRUTHERS erwähnt den Zahn. VAN BENEDEN und GERVAIS machen besonders auf die große individuelle Variation in der Bildung und Vollständigkeit der durch die Querfortsätze geformten Ringe aufmerksam. Die Zygapophysen setzen sehr tief an der Basis der Neuralbögen an; sie sind von oben nach unten abgeplattet, und ihre Gelenkfläche liegt horizontal, wodurch nach DELAGE (25) senkrechte Bewegungen ganz unmöglich sind; STRUTHERS dagegen erwähnt, daß gerade diese Bewegungen noch relativ die größten seien. Auf jeden Fall sind also wohl die Bewegungen des Halses auf ein Minimum reduziert. Die Dornfortsätze der Halswirbel sind sehr klein; nur der des 7. ist etwas höher. Die Länge der Wirbelkörper nimmt nach hinten zu. Die Gesamtlänge der Halswirbelsäule ist ca. $\frac{1}{2}_7$ der ganzen Körperlänge. Der von ZADDACH (119) und MENGE (71) unter verschiedenen Namen beschriebene Wal scheint hierher zu gehören, also eine Balaeno-

ptera physalus zu sein. Bei ihm sind der 3. und 4. Wirbel anomalerweise mit den Bögen verschmolzen. Außerdem fehlt bei der 6. V. c. der obere Processus transversus, und der untere ist stark entwickelt.

Balaenoptera musculus L., der Blauwal (*B. sibaldii auctororum*). Dieser größte aller Finwale (bis 30 m) hat eine relativ geringe Zahl von Wirbeln, nämlich nur 55—58. Die Wirbelsäule setzt sich zusammen aus C 7, D 14, L 16, Ca 18 + ... Die Halswirbel (Fig. 5) sind völlig frei und unterscheiden sich von denen

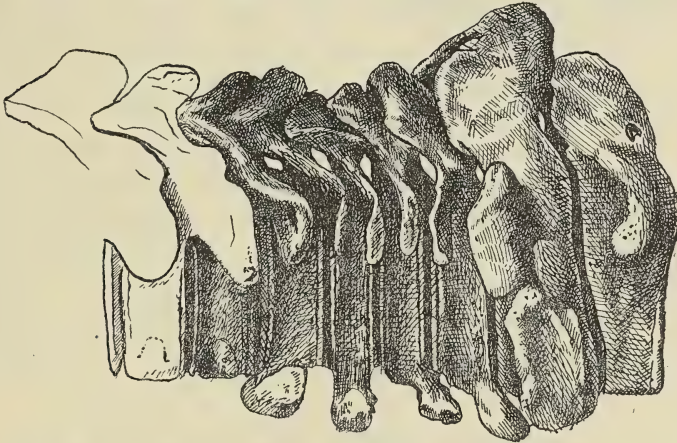


Fig. 5. *Balaenoptera musculus* L. nach VAN BENEDEN und GERVAIS. Halswirbel von der Seite.

des Finwales besonders dadurch, daß nur die Querfortsätze des Epistropheus vollständige knöcherne Ringe bilden, was aber auch unterbleiben kann. Die Länge der Wirbel ist etwas geringer und nimmt wieder vom 3.—7. zu. Die Processus transversi superiores der Wirbel 3, 4, 5 und 6 sind einander sehr ähnlich, relativ kurz und schräg nach vorn gerichtet, ebenso die Fortsätze der 7. V. c., die aber bedeutend länger sind. Das Konvergieren der Querfortsätze ist bei dieser Art lange nicht so ausgeprägt wie bei *B. physalus*. Die Processus transversi inferiores werden vom 3. bis zum 6. Wirbel immer kleiner; ihr Ende bleibt weit von dem der oberen Querfortsätze getrennt. Bei der 7. V. c. tritt an Stelle des unteren Querfortsatzes ein kleines Tuberculum. Die Dornfortsätze sind klein; nur der des Epistropheus ist etwas größer. Beim 6. und 7. Wirbel sind sie etwas nach vorn gerichtet.

Balaenoptera borealis LESSON, der Seihwal. Er hat nach LILLJEBORG (66) C 7, D 13, L 14, Ca 21 = 55 Wirbel. Alle

Halswirbel sind auch hier frei. VAN BENEDEN und GERVAIS geben an Längenmaßen an:

	Atlas	Epistr.	3.	4.	5.	6.	7. V. c.
Größte Länge	65	55	35	35	35	—	45 mm

Diese Maße stammen von einem jungen Exemplare, bei dem noch die Epiphysen der Wirbel getrennt waren. Eine Ringbildung durch die Querfortsätze findet bei der 2. und 3., bei der 2. V. c., oder gar nicht statt; in diesem Punkte findet sich also eine ziemlich starke individuelle Verschiedenheit. Die stärksten und längsten oberen Querfortsätze hat der Epistropheus. Beim 7. Halswirbel fehlen die Processus transversi inferiores ganz. Bei den von GULDBERG (50) beschriebenen Halswirbeln (1.—3. V. c.) hat der Atlas breite, kurze Processus transversi, tiefe Gelenkflächen für die Condylen und an der Unterseite Spuren „of a small apophysis, directed backwards, blended with the body of the axis“. Beim Epistropheus und der 3. V. c. bilden die oberen und unteren Processus transversi Ringe, deren Oeffnung beim Epistropheus klein, bei der 3. V. c. relativ groß ist. Bei allen 3 Wirbeln tragen die Processus transversi superiores „a small metapophysis“, die etwas nach vorn gerichtet ist. An Maßen gibt GULDBERG an:

	Atlas	Epistr.	3. V. c.
Größte Höhe	330	380	350 mm
„ Breite	480	785	660 „
Körperdicke	—	100	— „

Balaenoptera rostrata (FABR.), der Zwergwal oder Vaagewal. Es ist die kleinste Form der Balänopteriden, da sie nur eine Länge von 10 m erreicht. Die Wirbelformel ist C 7, D 11—12, L 12, Ca 18—20 = 48—50. Die Halswirbel (Fig. 6) sind meist alle frei, doch kann nach FLOWER (34) zwischen dem 2. und 3. oder dem 3. und 4. Wirbel eine Verschmelzung der Neuralbögen eintreten. Nach VAN BENEDEN und GERVAIS können der Epistropheus und die 2. V. c. auch mit den Körpern, oder auch die 5. und 6. V. c. mit den Querfortsätzen verschmelzen. Es findet sich also hier eine sehr große Variabilität, doch scheint die Neigung zu einer Verschmelzung des 2. und 3. Wirbels vorzuherrschen. Die Länge der Wirbelkörper nimmt wieder vom 3.—7. zu. Die Gesamtlänge der Halswirbelsäule betrug nach FLOWER (32) bei einem 7,5 m langen Exemplare 305 mm, d. h. $\frac{1}{24}$ der ganzen Körperlänge. Bei diesem Tiere waren übrigens die 3. und 4. V. c. mit den Neuralbögen fest verwachsen. Der Atlas ist ein

starker, massiver Knochen, dessen große vordere Gelenkflächen unten meist ineinander übergehen, oben aber weit getrennt sind.

Sie liegen dadurch schräg unten und seitlich des Neuralkanals. Die hintere Körperfläche hat 2 unregelmäßige konvexe Gelenkflächen für den Epistropheus. Die Dicke des Körpers des Atlas betrug bei dem von FLOWER beschriebenen Tiere 57 mm. Der Epistropheus war dünner (38 mm) und hatte vorn 2 getrennte konkave Gelenkflächen. Der vorhandene Rest des Zahnes bestand aus „a low tuberosity“, während er

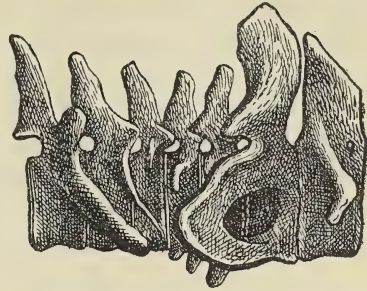


Fig. 6. *Balaenoptera rostrata* (FABR.) nach VAN BENE- DEN und GERVAIS. Halswirbel von der Seite. $\frac{2}{15}$.

nach STRUTHERS (101) größer ist als bei *B. physalus*. Die Körper der folgenden Halswirbel nahmen immer mehr an Dicke zu. Die Maße der Wirbel sind nach FLOWER:

	Atlas	Epistr.	3.	4.	5.	6.	7.	1. V. d.
Größte Länge	57	38	29	29	29	—	—	— mm

Der Atlas ist also der längste Halswirbel. Zu demselben Resultate gelangt CARRUCCIO (14), während bei einem kleinen von LILLJEBORG (66) gemessenen Weibchen von 6,834 m Länge der Epistropheus der längste Halswirbel war. Die Neuralbögen sind hoch; 3.—7. V. c. zeigen vorn und hinten, der Epistropheus nur hinten kurze Zygopophysen. Der Processus spinosus ist beim Atlas kurz, beim Epistropheus bedeutend länger, bei der 3. und 4. V. c. wieder kurz und von der 5. V. c. an wächst er wieder. Die Processus transversi des Atlas sind breit, kurz und etwas nach vorn gerichtet. Beim Epistropheus kommt eine Ringbildung der Querfortsätze vor, kann aber auch fehlen. Seltener finden sich solche Ringe bei einem der folgenden Wirbel; FLOWER berichtet über ein Exemplar, bei dem solch ein Ring bei der 6. V. c. aber nur auf der rechten Seite auftrat. Die Länge der oberen Querfortsätze variiert sehr (7), ist aber beim Epistropheus und demnächst bei der 7. V. c. am größten. Bei den 6 letzten Halswirbeln und dem 1. Rückenwirbel sind die Querfortsätze durch Bänder vereinigt: „On dirait, en voyant les ligaments en place, que la première (côte) s’articule tout autant avec l’axis qu’avec la première dorsale“ (7). Auch hier konvergieren die Querfortsätze, so daß sich die des Epistropheus und die des letzten Halswirbels recht nahekommen. Die Processus

transversi inferiores sind relativ kurz bei der 3.—6. V. c., bei der 7. V. c. fehlen sie entweder ganz oder sind sehr klein (66).

Ueber die Möglichkeit von Bewegungen der Halswirbel sagt STRUTHERS (101), daß sie sehr beschränkt sei. Die Drehbewegung z. B. „taken at the zygomal processes was not over $\frac{1}{16}$ inch (= 1,5 mm) in extent“. Auch Atlas und Epistropheus können sich nur sehr wenig gegeneinander verschieben. Bei einem von ESCH-RIEHT (28) untersuchten Foetus von 203 mm Länge bestanden die Halswirbel noch aus Knorpel, zeigten aber genau dieselbe Form wie beim erwachsenen Tiere.

Balaenoptera bonaërensis BURMEISTER hat die Wirbel-formel C 7, D 11, L 12, Ca 19 = 49. Die Halswirbel nehmen mit 305 mm Länge ca. $\frac{1}{32}$ der ganzen Körperlänge (9,75 m) ein (12), sind also recht stark verkürzt. Sie zeigen insofern eine be-

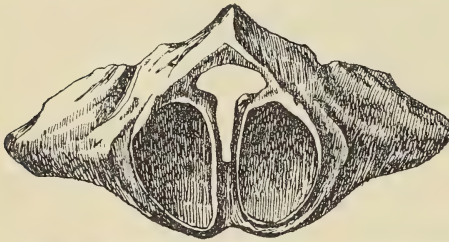


Fig. 7. *Balaenoptera bonaërensis* nach BURMEISTER. Atlas von vorn gesehen.

beträchtliche Abweichung vom Typus der Balänopteri-denwirbel, als die 2., 3. und 4. V. c. mit dem Körper und dem zentralen Teile der Bögen verschmolzen sind. *B. bonaërensis* steht in diesem Punkte, wie in manchem anderen, *B. rostrata* am nächsten, deren Größe sie auch hat. Der Atlas (Fig. 7) zeigt vorn sehr kleine Gelenkflächen für die Hinterhauptcondylen, wodurch er sich von dem Atlas aller anderen Balänopteri-den unterscheidet. Ebenso auffallend ist die enge und T-förmige Gestalt seines Wirbelkanals, die Dicke des Neuralbogens und die große Breite der Processus transversi. Sein Dornfortsatz ist sehr klein. Auch beim Epistro-

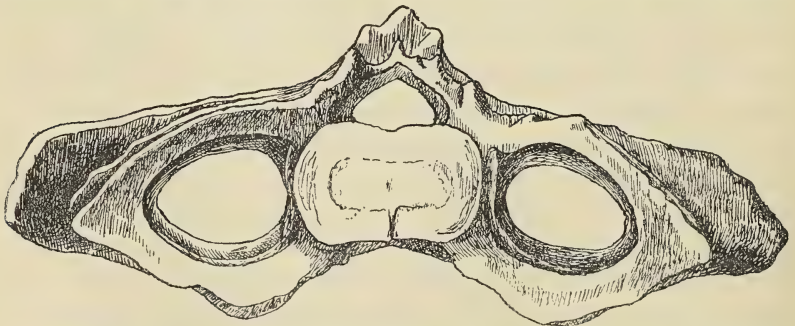


Fig. 8. *Balaenoptera bonaërensis* nach BURMEISTER. 2.—7. Halswirbel von vorn gesehen.

phus (Fig. 8) ist der Bogen sehr dick und er, wie die von der 3. und 4. V. c. tragen oben je 3 kleine Dornen, deren mittelster dem Processus spinosus entspricht (12). Ungeheuer entwickelt sind die Processus transversi bei der 2.—6. V. c.; bei der 2.—5. V. c. bilden sie weite Ringe. Die Querfortsätze von der 3. und 4. V. c. schmiegen sich eng an die etwas nach hinten gebogenen und robuster gebauten des Epistropheus an. Bei diesem hat jeder dieser Seitenflügel die $1\frac{1}{2}$ -fache Länge des Querdurchmessers des Körpers. Bei der 6. V. c. sind die Ringe unten geöffnet, und bei der 7. V. c. fehlt der ganze untere Teil, d. h. die Processus transversi inferiores.

Balaenoptera patagonica BURM. Nach BURMEISTER sind bei dieser Art alle Halswirbel frei. Der Atlas ist relativ hoch, sein Neuralbogen sehr kräftig und seine Querfortsätze stark. Der Wirbelkanal ist in der Mitte verengt, unten breiter als oben. Beim Epistropheus ist der Neuralbogen ebenfalls recht dick. Die oberen und unteren Processus transversi bilden bei der 2., 3. und 4. V. c. Ringe, die nur rechts vollständig sind; bei der 5. V. c. schließen die Ringe beiderseits nicht, und bei der 6. V. c. sind die Querfortsätze weit voneinander getrennt. Bei der 7. V. c. fehlt der Processus transversus inferior. Alle Halswirbel, besonders aber die 3. V. c., sind sehr dünn.

Balaenoptera edeni ANDERSON. Diese Art stammt aus dem Indischen Ozean und ist von JOHN ANDERSON (3) beschrieben. Die Wirbelformel ist C 7, D 10, L 14, Ca 21 = 52. Die Halswirbel sind alle frei. Ihre Maße sind bei dem erwähnten Exemplare in Millimeter umgerechnet:

	Atlas	Epistr.	3.	4.	5.	6.	7. V. c.
Größte Breite	457	628	570	580	560	520	500 mm
„ Höhe	250	260	250	266	270	280	297 „
„ Länge	—	63	37	44	46	56	89 „

Der 2. Halswirbel ist also auch hier der größte, der 3. der kleinste. Von letzterem ab beginnt die Länge der Körper wieder zuzunehmen.

Beim Atlas sind die vorderen Gelenkflächen ziemlich breit und konvergieren nach unten, so daß sie sich fast berühren. Der Neuralkanal ist hoch und schmal, der Neuralbogen kräftig, sein Dornfortsatz kurz. Die Processus transversi sitzen ziemlich hoch, sind relativ lang und von oben nach unten zusammengedrückt. Die hinteren Gelenkflächen für den Epistropheus sind unten getrennt, und zwischen ihnen fehlt eine Gelenkfläche für den Zahn.

Beim *Epistropheus*, der 3., 4. und 5. V. c. bilden die Querfortsätze einen Ring; das von ihnen umschlossene Loch ist beim *Epistropheus* recht klein; sein Durchmesser wächst aber bei jedem folgenden Wirbel. Der Neuralbogen des *Epistropheus* ist stark, sein Dornfortsatz niedrig. Die Dornfortsätze nehmen bei den folgenden Wirbeln allmählich an Länge zu. Bei der 6. V. c. findet keine Ringbildung statt, da die *Processus transversi inferiores* sehr kurz sind; bei der 7. V. c. fehlen sie fast ganz. Die Querfortsätze zeigen auch bei diesem Wale das charakteristische Konvergieren, indem sich diejenigen der 2. und 3. V. c. nach hinten, die der 5.—7. V. c. und 1. V. d. nach vorn richten.

Außer den erwähnten Arten werden von einigen Autoren noch eine ganze Reihe anderer, wie *B. robusta*, *B. schlegelii*, *B. swinhoei* u. s. w. angeführt, die aber noch zu wenig bekannt sind, als daß man entscheiden könnte, ob sie den anderen Arten einzugliedern sind oder besondere Arten darstellen.

Megaptera boops (FABR.), der Buckelwal. Die Wirbelformel ist C 7, D 14, L 11, Ca 21 = 53 (66), (28). Die Halswirbel (Fig. 9) sind fast immer völlig frei. Ihre Länge beträgt ca. $\frac{1}{2.5}$ der ganzen Körperlänge, ist also etwas größer als durchschnittlich bei den Balänopteren. STRUTHERS (102) gibt für die einzelnen Halswirbel folgende Längen und Höhen an:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7. V. c.
Länge d. Körpers an der Basis	102	51	37	40	44	—	63 mm
Höhe der Wirbelkörper	76	152	171	178	187	—	190 „

Wir sehen also auch hier wieder die bekannte Erscheinung, daß von der 3. V. c. an die Längen und vom Atlas an die Höhen der

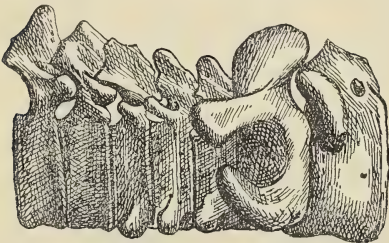


Fig. 9. *Megaptera boops* (FABR.) nach VAN BENEDEN und GERVAIS. Halswirbel von der Seite.

Körper nach hinten zu immer größer werden. Beim Atlas sind die Gelenkflächen für die Hinterhauptcondylen groß, stehen etwas schräg, aber berühren sich unten nicht, da zwischen ihnen „a wide and deep notch“ (102) liegt. Der mittelstarke Neuralbogen trägt einen kurzen Dornfortsatz. Die *Processus transversi* sind kurz und breit und sitzen hoch an. An der hinteren oberen Kante des Körpers zeigt sich eine kleine Gelenkfläche für den kurzen, breiten Zahn des *Epistropheus*.

Körper nach hinten zu immer größer werden. Beim Atlas sind die Gelenkflächen für die Hinterhauptcondylen groß, stehen etwas schräg, aber berühren sich unten nicht, da zwischen ihnen „a wide and deep notch“ (102) liegt. Der mittelstarke Neuralbogen trägt einen kurzen Dornfortsatz. Die *Processus transversi* sind kurz und breit

Von den recht ähnlichen Halswirbeln der Gattung *Balaenoptera* unterscheiden sich die von *Megaptera* besonders durch die Form ihrer Querfortsätze: „an den Halswirbeln ist der Keporkak (*Megaptera boops*) sehr leicht kenntlich, indem die großen Seitenringe des 2.—6. Wirbels größtenteils nur durch Faserbänder gebildet werden und bei macerierten Skeletten sich, im Verhältnisse zu den anderen Bartenwalen, nur als kleine zapfenförmige Querfortsätze ausnehmen. Beim *Epistropheus* erscheinen die breiten Seitenteile dadurch als gabelig gespalten; beim 3., 4. und 5. Halswirbel tritt jederseits nur ein oberer und ein unterer Querfortsatz hervor, welcher letztere schon beim 4. kürzer wird, beim 5. sehr klein und beim 6. kaum mehr kenntlich ist“ (28). STRUTHERS (102) gibt eine Reihe von Maßen von *Processus transversi*:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7. V. c.
Länge d. Proc. tr. sup.	95	165	152	158	158	165	152 mm
„ „ „ „ inf.	—	140	89	70	6	—	„

Die Tabelle zeigt besonders das rasche Kürzerwerden der unteren Querfortsätze sehr deutlich. Beim *Epistropheus* kommt nach VAN BENEDEEN und GERVAIS (7) gelegentlich doch eine Ringbildung zu stande. Die Querfortsätze der 2., 3. und 4. V. c. sind etwas nach hinten, die der 6. und 7. V. c. nach vorn gerichtet. Die Dornfortsätze wachsen von der 3. V. c. an und sind nach hinten gewendet (bei *Balaenoptera* nach vorn).

Bezüglich der Bewegungsmöglichkeit der Wirbel sagt STRUTHERS (102), daß sie besonders wegen der starken Bandmassen und der rauhen Oberfläche der Gelenkflächen nur gering sein könne; sie sei aber immer noch größer als bei „*Balaenoptera musculus*“ (gemeint ist *B. physalus*). Beim Fötus hat GULDBERG eine Vertiefung der Nackenregion beobachtet (49).

Megaptera lalandii (GRAY). Diese Art lebt im südlichen Teile des Atlantischen Ozeans. Die Halswirbel sind frei und unterscheiden sich nur wenig von denen von *M. boops*. Beim Atlas erstreckt sich der Dornfortsatz etwas weiter nach hinten, und die Querfortsätze sind kürzer. Der Querdurchmesser dieses Wirbels ist fast dem senkrechten gleich. Der *Epistropheus* ist der dickste Wirbel, da er zweimal so dick als der Atlas und fast viermal so dick als die 3. und 4. V. c. ist. Die 3. V. c. ist umgekehrt die dünnste, und von der 4. V. c. an nehmen die Wirbel wieder an Dicke zu. Die *Processus transversi inferiores* sind bei *M. lalandii* etwas stärker entwickelt, fehlen aber auch bei der 7. V. c. ganz.

Megaptera Novae Zelandiae und Megaptera kuzira, beide von GRAY aufgestellt, sind sehr zweifelhafte Arten. Ueber ihre Halswirbel wird nichts erwähnt.

Nach FLOWER, VAN BENEDEN und GULDBERG sind Megaptera lalandii, M. Novae Zelandiae, M. kuzira und alle sonst noch aufgestellten Arten höchstens geographische Varietäten von M. boops.

Von fossilen Bartenwalen, die wahrscheinlich zu den Balänopteriden gehören, sind zu erwähnen:

Plesiocetus P. J. BENED. aus dem Miocän und Pliocän, von dem man eine ganze Anzahl von Arten unterscheidet. Von ihm sind sämtliche Halswirbel bekannt; sie sind alle getrennt. Die Dornfortsätze sind klein, die Querfortsätze beim Atlas horizontal und wenig entwickelt; beim Epistropheus bilden sie jederseits einen Ring; bei den folgenden Wirbeln sind sie kurz, weshalb bei ihnen keine Ringbildung erfolgt. Der Zahnfortsatz des Epistropheus ist schon stark rudimentär. Die vorderen Gelenkflächen des Atlas sind groß und stehen fast parallel zueinander.

Cetotherium BRANDT. Diese Gattung stammt aus dem Miocän und soll im allgemeinen den recenten Balänopteriden sehr nahe stehen. Von seinen Halswirbeln ist nur ein sehr kleiner Epistropheus gefunden worden, der aber wohl einem jungen Tiere angehörte. Aus seiner Form läßt sich schließen, daß die Halswirbel alle unverschmolzen waren.

Von Herpetocetus VAN BENEDEN sind die Halswirbel unbekannt.

Pachyacanthus (von GERVAIS aber zu den Zahnwalen gestellt) hat nach BRONN (11) einen langen Zahnfortsatz.

2. Denticeta, Zahnwale.

a) Physeteridae.

α) Physeterinae.

Physeter macrocephalus L., der größte aller Zahnwale (bis 20 m). Seine Wirbelformel ist nach FLOWER (36): C 7, D 11, L 8, Ca 24 = 50, oder nach GULDBERG (53): C 7, D 10, L 10, Ca 25 = 52. Die Halswirbel (Fig. 10) zeigen einen ganz eigenartigen Typus, wie er sonst bei den recenten Cetaceen nirgends vorkommt: die Wirbel 2—6 oder 2—7 sind fest verschmolzen, während der Atlas völlig frei bleibt. Außerdem ist die Wirbelsäule sehr stark

verkürzt; sie ist nach FLOWER kürzer als bei irgend einem anderen Tiere, nämlich bis $\frac{1}{50}$ der ganzen Körperlänge. FLOWER hat an der Hand reichen Materials eine sehr eingehende Beschreibung der Halswirbel gegeben (36). Bei allen von ihm untersuchten Exemplaren waren mindestens die Wirbel 2—7 fest verschmolzen, ja bei einem Tiere war auch der 1. Rückenwirbel in die Verschmelzung hineingezogen. Hier seien die wichtigsten der von FLOWER angegebenen Maße (in Millimeter umgerechnet) angeführt:



Fig. 10. *Physeter macrocephalus* L. nach VAN BENEDEN und GERVAIS. Halswirbel von der Seite.

	Ex. v. Tasmania		Ex. v. Caithness		Ex. v. Yorkshire	
	Atlas	2.—7.	Atlas	2—7.	Atlas	2.—7. V. c.
Länge des Körpers	152	139	170	229	164	229
Größte Breite	952	813	914	926	1016	901
„ Höhe	469	577	539	610	432	—

Maße des Atlas.

	Ex. v. Tasmania	Ex. v. Caithness
Größte Breite	952	914
Breite zwischen d. Außenkanten der vorderen Gelenkflächen	584	635
Größte Breite jeder dies. Flächen	215	254
„ Höhe „ „	368	424
Weite des Neuralkanales	247	279
Höhe „ „	254	266
Höhe des schmalen unteren Teiles des Neuralkanales	102	63
Weite des schmalen unteren Teiles des Neuralkanales	82	25
Seine schmalste Stelle	25	25
Höhe des unteren Bogens	164	184
Größte Höhe des Wirbels	469	539
Vertikale Höhe der Processus transversi am Außenrande	356	—
Größte Dicke derselben (von vorn nach hinten)	127	—
Höhe des Neuralbogens in der Mitte	63	88

	Ex. v. Tasmania	Ex. v. Caithness
Dicke des Neuralbogens (von vorn nach hinten)	94	—
Länge der unteren Knochenfläche in der Mittellinie	152	170
Abstand der äußeren Kanten der hinteren Gelenkflächen	635	—

Maße der verschmolzenen 6 hinteren Halswirbel.

	Ex. v. Tasmania	Ex. v. Caithness
Größte Breite	813	926
„ Höhe	577	610
Weite der vorderen Oeffnung des Neuralkanales	215	254
Höhe der vorderen Oeffnung des Neuralkanales	164	178
Höhe des gemeinsamen Wirbelkörpers	241	266
Länge des gemeinsamen Wirbelkörpers (obere Fläche)	102	164
Länge des gemeinsamen Wirbelkörpers (untere Fläche)	133	215
Länge des Wirbelkörpers (seitliche Fläche)	229	291
Breite der hinteren Körperfläche der 7. V. c.	444	381
Höhe der hinteren Körperfläche der 7. V. c.	272	317

Es fällt bei diesen Maßen sofort die große individuelle Verschiedenheit ins Auge; so ist der Atlas, wie es scheint, meist kürzer als die verschmolzenen Wirbel 2—7 zusammen, kann aber auch länger sein. Aehnlich verhält es sich mit der Breite und allen anderen Maßen und das nicht nur bei Tieren wesentlich verschiedener, sondern fast genau derselben Größe. Ebenso schwankt das Verhältnis der Länge der Halswirbelsäule zur Länge des ganzen Tieres bedeutend mehr, als bei irgend einem anderen Wale; es kann $\frac{1}{38}$ bis $\frac{1}{50}$ betragen [oder nach VAN BENEDENS Abbildung (7) $\frac{1}{28}$ bis $\frac{1}{36}$ der Länge der Wirbelsäule].

Die Form des allein unverschmolzenen Atlas ist sehr eigenartig. Durch die große Höhe des kurzen Querfortsatzes und die Geradheit des oberen und unteren Randes bekommt er, von vorn oder hinten betrachtet, eine länglich-viereckige Gestalt, wie sie der Atlas keines anderen Wales zeigt. Er ist wie alle Halswirbel von vorn nach hinten zusammengedrückt, aber lange nicht so stark wie die hinteren Wirbel. Seine Vorderseite trägt 2 große, für die

Hinterhauptscondylen bestimmte konkave Gelenkflächen, die nach unten konvergieren, sich aber nur auf ca. 50 mm nahekomen. Hinten ist der Atlas sehr flach, zeigt also keine gut entwickelten Gelenkflächen für den Epistropheus. Sein Neuralkanal ist dreieckig, mit nach unten gerichtetem Winkel; der ihn oben begrenzende Neuralbogen ist eine fast horizontale Knochenspanne. Von hinten gesehen, erscheint der Neuralkanal in zwei Abschnitte, einen oberen, quer verlängerten, den eigentlichen Neuralkanal, und einen unteren, senkrecht stehenden, zerlegt. Für den Durchtritt des ersten Halsnerven ist kein geschlossenes Foramen, sondern je eine offene, ziemlich kleine Grube vorhanden. Die Unterseite des Atlas zeigt hinten einen breiten, stumpfen Fortsatz, der sich unten an den Epistropheus anlehnt, ein Fortsatz, wie er sich bei allen anderen Walen, bei denen der Atlas frei ist, findet. Bei Physeter ist er aber kürzer, massiver und hat keine glatte Gelenkfläche an seinem hinteren oberen Ende. Eine sehr eigentümliche Form zeigen auch die Processus transversi; sie sind kurze, senkrecht stehende Cristen, deren sehr ausgedehnte Basis sich vom Neuralbogen bis zur unteren Kante der Gelenkflächen erstreckt; ihre hintere Fläche ist nahe der Spitze konkav. Der äußere Rand ist unten dicker als oben und zeigt bei dem beschriebenen Exemplare, besonders in der Nähe des unteren Winkels, eine rauhe, körnige Oberfläche, da er wahrscheinlich noch nicht völlig verknöchert ist. Ein Dornfortsatz fehlt beim Atlas meist ganz.

Die Wirbel 2—7 sind, wie oben erwähnt, völlig mit Körpern, Neuralbögen und Dornfortsätzen verschmolzen; ihre Grenzen kann man nur noch an den Löchern erkennen, die für den Austritt der Halsnerven dienen. Am bemerkenswertesten ist aber bei diesen Wirbeln ihre starke Verkürzung, von der besonders der 2., 3., 4. und 5. betroffen sind. Relativ wenig verkürzt ist die 7. V. c.; denn ihre Länge ist so groß wie 4., 5. und 6. V. c. zusammen. In der Mitte der sehr flachen Vorderseite des Epistropheus erhebt sich eine kleine, rauhe Kuppe nur wenig über die Umgebung (bei einem der von FLOWER beschriebenen Tiere 19 mm): der Rest des Zahnfortsatzes. Seine untere Kante ist etwas ausgehöhlt, um den nach hinten sich erstreckenden unteren Fortsatz des Atlas aufzunehmen. Seitlich liegen die nur schwach konkaven, unregelmäßigen vierseitigen Gelenkflächen für den Atlas. Die breiten Seitenteile des Neuralbogens erheben sich unmittelbar über den Gelenkflächen und vereinigen sich bald zu der rauhen Masse des Dornfortsatzes. Der Neuralkanal des Epistropheus ist dreieckig,

mit nach oben gerichtetem Winkel und etwas breiter als hoch. Der Processus transversus setzt sich breit an, ist sehr kurz und von vorn nach hinten zusammengedrückt.

Die Processus transversi inferiores der Wirbel 1—6 scheinen immer zu fehlen. Bei der 7. V. c. treten oft an ihrer Stelle unregelmäßige Vorsprünge auf; aber bei einem Exemplare fand sich doch ein, wenn auch kurzer, unterer Querfortsatz, aber auch nur auf der rechten Seite. Eine Gelenkfläche für das Köpfchen der 1. Rippe findet sich niemals. Ein deutlich ausgeprägter oberer Querfortsatz ist nur beim 7. Wirbel vorhanden; er entspringt von der Seite des Neuralbogens und ist „irregularly triangular, and very much compressed“; seine Basis ist gleich seiner Länge (nach FLOWER 51 mm). Dieser Fortsatz scheint aber auch fehlen zu können, wenigstens zeigt die von GERVAIS (7) gegebene Abbildung keinen solchen. Die oberen Querfortsätze der Wirbel 3—6 bestehen aus nur kleinen, unregelmäßigen Erhebungen auf den Seitenteilen der Neuralbögen, d. h. den dünnen Lamellen, die zwischen den zum Durchtritt der Halsnerven dienenden Löchern liegen. Von diesen Lamellen ist die zum Epistropheus gehörende bei weitem die stärkste; bedeutend schwächer sind schon die der 7. V. c., die aller anderen Wirbel sind aber sehr dünn: „scarcely thicker than card-board“ und so zerbrechlich, daß sie bei keinem der von FLOWER untersuchten Skelette unversehrt waren. Die Breite der für die Nerven bestimmten Löcher ist ungefähr gleich (13 mm), ihre Höhe nimmt aber von vorn nach hinten ab.

Der gemeinschaftliche Processus spinosus der Wirbel 2—7 hat ebenfalls eine Gestalt, die beträchtlich von den bei anderen Cetaceen sich findenden Formen abweicht. Er ist eine quer verlängerte, von vorn nach hinten abgeplattete, rauhe Knochenmasse. Seitlich von dem eigentlichen spitzen Dornfortsatze erheben sich 2 schulterähnliche Massen, die durch eine deutliche Grube vom Dorn getrennt sind und besonders zum Epistropheus zu gehören scheinen.

Zygapophysen treten nur hinten am 7. Halswirbel auf; ihre Gelenkflächen stehen senkrechter als bei anderen Walen.

Von fossilen Formen steht wahrscheinlich

Homocetus willersii (DU BUS) aus dem Crag von Antwerpen dem recenten *Physeter* nahe. Bei ihm ist ebenfalls der Atlas frei, aber von den folgenden Wirbeln sind nur der 2.—5. verschmolzen, während der 6. und 7. frei bleiben. GERVAIS bildet einen Längsschnitt durch eine Halswirbelsäule ab (Fig. 11), die er als

wahrscheinlich zu *H. willersii* gehörend bezeichnet. Der Schnitt zeigt, daß noch die Grenzen der Wirbelkörper zu sehen sind.

Die übrigen zu den *Physeterinae* gehörenden Formen zeigen auch den Atlas mit den anderen Halswirbeln verschmolzen.

Euphysetes simus (OWEN) hat nach BEDDARD (5) die Wirbelformel C 7, D 14, L 5, Ca 24 = 50. Alle Halswirbel sind mit Körpern, Neuralbögen und Dornfortsätzen verschmolzen.

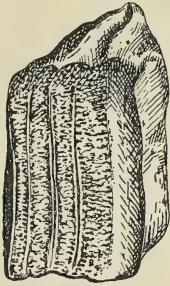


Fig. 11.



Fig. 12.

Fig. 11. *Homocetus Willersii* nach VAN BENEDEN und GERVAIS. Längsschnitt durch die Halswirbelsäule. $\frac{4}{15}$.

Fig. 12. *Kogia breviceps* GRAY nach GERVAIS. Halswirbel von der Seite. $\frac{1}{3}$.

Kogia breviceps GRAY ist mit einer Länge von nur 4 m die kleinste Art unter den *Physeterinen*. Alle Halswirbel (Fig. 12) sind fest miteinander verschmolzen (7); Atlas und Epistropheus lassen sich nur an ihren freien Querfortsätzen unterscheiden. Die Wirbelformel ist nach BENHAM (8) C 7, D 13, L 9, Ca 23 = 52, nach BEDDARD (5) C 7, D 13, L 9, Ca 25 = 54. Die Länge der Halswirbel beträgt nach der von GERVAIS (7) gegebenen Abbildung ca. $\frac{1}{43}$ der Körperlänge und ca. $\frac{1}{24}$ der Wirbelsäule.

Kogia floweri und *Kogia pottsii* werden noch erwähnt, aber über ihre Halswirbel nichts Näheres gesagt.

Kogia grayi (MAC LEAY). Die Halswirbel sind alle verschmolzen, so daß man ihre Grenzen schwer feststellen kann. Atlas und Epistropheus haben konische Querfortsätze. Die unteren *Processus transversi* sind sehr klein. Die Wirbelformel ist nach GRAY C 7, D 14, L 9, Ca 21 = 51.

β) *Ziphiinae*.

Hyperoodon rostratus (PONTOPPIDAN), der Dögling. Die Wirbelformel dieser bis 10 m langen Art ist C 7, D 9, L 10—11, Ca 16—19 = 42—45. Der Kopf ist äußerlich durch eine ganz

schwache Einsenkung abgegrenzt (65). Die Halswirbelsäule (Fig. 13) zeigt eine starke Verkürzung, denn sie ist ca. $\frac{1}{40}$ der ganzen Körperlänge und ca. $\frac{1}{31}$ der Länge der Wirbelsäule (GERVAIS, 7). Alle Halswirbel sind mit den Körpern und meist auch mit den Dornfortsätzen verschmolzen und zwar schon beim Fötus (7). Bisher haben nun alle Autoren angenommen, daß in dieser Verschmelzung 7 Wirbel aufgegangen sind, eine Ansicht, die aber von GERSTÄCKER (43) bekämpft wird, der behauptet, daß die Verschmelzungsmasse aus 8 Wirbeln bestünde, daß es also entweder 8 Halswirbel gäbe, oder daß der erste Rückenwirbel unter

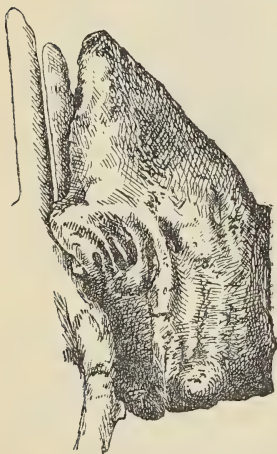


Fig. 13. *Hyperoodon rostratus* (PONT.) nach VROLIK. Halswirbel von der Seite. $\frac{2}{15}$.

Verlust seiner Rippen mithineingezogen wäre. Er begründet diese Ansicht damit, daß er, wie auch andere, 7 Zwischenwirbellöcher konstatiert habe. Unter anderem habe auch VROLIK (114) diese 7 Löcher gesehen, aber falsch gedeutet. Dieser sagt: „Aan de basis dezer doornswijze uitsteeksels zijn zes tuschenwervelgaten“ „. . . . in het tuschenwervelgat, tuschen den zeschen en zevenden halswervel, is aan weërszije een middelschot, hetwelk het in tweeën scheidt; hierdoor woordt schijnbaar het aantal tuschenwervelgaten met een vermeerded.“ Nach GERSTÄCKER ist nun diese Vermehrung nicht scheinbar, sondern es handelt sich wirklich um 8 Wirbel. Andere Autoren erwähnen nur 6 Zwischenwirbel-

löcher; es scheinen also individuelle Verschiedenheiten in der Anzahl der verschmolzenen Wirbel vorzukommen. Eine Verschmelzung des ersten Rückenwirbels findet sich ja auch bei anderen Cetaceen. Daß gerade bei *Hyperoodon* die Zahl der verschmolzenen Wirbel stark zu variieren scheint, geht auch aus der von GERVAIS erwähnten Tatsache hervor, daß bei einem Exemplare nur die ersten 6 verschmolzen waren. Vielleicht spielt hierbei der Altersunterschied eine Rolle, so daß wohl, wie bei vielen anderen Walen, auch bei *Hyperoodon* mit dem Alter die Zahl der verschmolzenen Wirbel zunimmt. Die Anzahl der verschmelzenden Dornfortsätze ist verschieden: bald findet sich ein allen Halswirbeln gemeinsamer Processus spinosus, bald ist der des letzten

Wirbels mehr oder weniger frei. Der Atlas zeigt zwei große, unten ineinander übergende Gelenkflächen für die Hinterhauptscondylen. Der Zahnfortsatz des Epistropheus ist stark reduziert und hat nach GERVAIS kein eigenes Verknöcherungszentrum. Der starke Querfortsatz, der vorn an der Wirbelmasse ansitzt, ist das Verschmelzungsprodukt der Processus transversi mehrerer Wirbel, nach GERSTÄCKER der Processus transversi inferiores (Proc. costarii) der Wirbel 1—4. Er ist senkrecht durchbohrt: „In den kopp van het dwarse uitsteeksel is eene opening, door welke de wervel-slagader heengaat“ (114). Die übrigen Wirbel haben keine unteren Querfortsätze. Bei der 4.—7. V. c. treten an den nach hinten immer dünner werdenden Neuralbögen kleine Processus transversi superiores auf. Der gemeinschaftliche Dornfortsatz steigt schräg nach hinten und zeigt eine raue Oberfläche. Ist der Processus spinosus der 7. V. c. getrennt, so hat er eine größere oder geringere Aehnlichkeit mit den Dornfortsätzen der ersten Rückenwirbel, schmiegt sich aber mit seinem Basalteil eng an die vor ihm liegende Masse an.

Die verschmolzenen Wirbelkörper zeigen an ihrer Unterseite 6 quere Eindrücke als Reste ihrer früheren Trennung. Von dem unteren hinteren Rande des letzten mitverschmolzenen Wirbels entspringen 2 nach vorn verlaufende stumpfe Fortsätze, wohl Ansatzstellen von Sehnen. Unten seitlich findet sich am letzten Halswirbel jederseits eine Gelenkfläche für das Köpfchen der 1. Rippe.

Ueber die Halswirbel der in südlichen Meeren lebenden Art *Hyperoodon planifrons* ist nichts Näheres bekannt.

Bei *Hyperoodon fossile* waren nach GERVAIS (7) nur die ersten 6 Wirbel verschmolzen, der 7. dagegen völlig frei.

Ziphius cavirostris CUVIER. Wirbelformel: C 7, D 9—10, L 11, Ca 21 = 48—49. Die Halswirbel (Fig. 14) zeigen im allgemeinen eine bei weitem geringere Reduktion als bei *Hyperoodon*. Die Zahl der verschmolzenen ist sehr variabel, da manchmal nur die ersten 4, oft aber die ersten 5 oder 6 miteinander verwachsen; die 7. V. c. bleibt aber immer frei. Diese Variabilität hängt wohl wieder vom Alter ab; denn man findet Exemplare, die sich in einem Zwischenstadium befinden, bei denen der den verschmolzenen Halswirbeln benachbarte bereits mit seinem Dornfortsatz mit ihnen verwachsen ist. Bei dem von DUVERNOY (27) unter dem Namen *Hyperoodon de GERVAIS* beschriebenen Exemplare waren die 1.—4. V. c. mit den Körpern, die 1.—3. mit ihren Neuralbögen (der von der 4. V. c. war halb frei) und die 1.—6. V. c. mit den

Dornfortsätzen verschmolzen. Die Verwachsung der Dornfortsätze war also wie gewöhnlich die weitgehendste, und der Neuralbogen der 4. V. c. und der Körper der 5. V. c. standen offenbar gerade im Begriffe ebenfalls zu verschmelzen. Die Körper der beiden letzten Halswirbel waren gänzlich frei und durch Zwischenwirbelscheiben getrennt. Der gemeinsame Processus spinosus der ersten

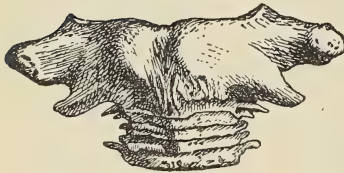
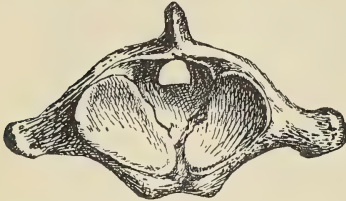


Fig. 14. *Ziphium cavirostris* CUV. nach GERVAIS. Halswirbel von vorn und oben. ²/₁₅.

6 Wirbel ist „très saillante et très large d'avant en arrière“. Bei ihm sind alle Spuren der früheren Trennung verloren gegangen. Der freie Dornfortsatz des 7. Halswirbels ist nach GERVAIS kürzer als seine Nachbarn.

Die Processus transversi des Atlas und des Epistropheus sind zu einer recht ausgedehnten Masse verschmolzen. Der folgende Fortsatz (der der 3. V. c.) ist bedeutend kleiner und bildet mit den vorhergehenden eine Gabel. Die Fortsätze der Wirbel 4, 5, 6 und 7 sind ganz frei und im allgemeinen kurz; nur die des

letzten Halswirbels sind stärker und länger. Nach DUVERNOY unterscheidet sich die Halswirbelsäule von *Ziphium* besonders durch diese Fortsätze von der von *Hyperoodon*.

Die südliche Art *Ziphium australis* BURM. zeigt vielleicht einige Unterschiede im Bau der Halswirbelsäule. Hier sind bei einem Exemplare Atlas, Epistropheus und die 3. V. c. einerseits und die 4. und 5. V. c. andererseits miteinander verschmolzen, die 6. und 7. V. c. aber völlig frei. Gerade diese Art der Verschmelzung läßt es aber als sehr wahrscheinlich erscheinen, daß in höherem Alter auch eine Verwachsung zwischen der 3. und 4. V. c. eingetreten wäre, so daß dann die Wirbel 1—5 verschmolzen wären, also ganz wie bei *Ziphium cavirostris*.

Von der Gattung *Mesoplodon* unterscheidet FLOWER 6 Arten, die sich aber in der Bildung der Halswirbel sehr ähnlich sind. Die Zahl der verschmolzenen schwankt, doch sind mindestens Atlas und Epistropheus miteinander verwachsen. Am besten bekannt ist

Mesoplodon bidens (SOWERBY). Diese bis 5 m lange Art hat die Wirbelformel C 7, D 10 (9), L 9—11, Ca 19—20 = 46—47.

Bei dem einen der von GRIEG (48) beschriebenen Tiere waren, wie gewöhnlich, nur Atlas und Epistropheus verschmolzen, bei einem anderen jedoch außerdem noch der 3., 4. und 5. unter sich mit den Neuralbögen. Bei einem dritten Exemplar (4) war die 3. V. c. „kaum gegen den Epistropheus beweglich und von ihm durch geringe Knorpel getrennt“, während sich zwischen den übrigen normalerweise „dicker Gelenkknorpel und volle Beweglichkeit“ fand. Bei dem von GERVAIS (7) beschriebenen Exemplare hatte die Verschmelzung auch den 3. Halswirbel ergriffen, und bei dem von FLOWER (40) erwähnten war noch der Dornfortsatz des 4. Wirbels mitverwachsen. Es scheint also auch bei dieser Art mit zunehmendem Alter die Verschmelzung fortzuschreiten. Atlas und Epistropheus sind die längsten Wirbel, die folgenden sind recht kurz, nehmen aber von der 4. V. c. an nach hinten allmählich an Länge zu.

Bei den von MALM (70) gemessenen Exemplaren ergaben sich folgende Maße:

	1. + 2.	3.	4.	5.	6.	7. V. c.
Länge des Körpers an der Unterseite	49 (45)	9 (15)	18 (15)	15 (15)	15 (19)	22 mm (22)

In Klammern sind die Zahlen des 2. Exemplares beigefügt.

Ganz ähnlich verhalten sich die von GRIEG (48) und AURIVILLIUS (4) gegebenen Maße:

		GRIEG		AURIVILLIUS
		No. 1	No. 2	
Länge der Körper der	1. u. 2. V. c.	44	42	45 mm
" " " "	3. " "	12	12	15 "

Die Dornfortsätze von Atlas und Epistropheus sind ebenfalls immer verschmolzen; sie erheben sich als ziemlich breite Pyramiden und sind etwas nach hinten gerichtet. Der Dornfortsatz der folgenden Wirbel scheint oft zu fehlen, ja bei jungen Tieren können die Neuralbögen oben offen bleiben, so beim 4. und 5. Halswirbel des einen, beim 3., 4. und 5. des anderen der von GRIEG beschriebenen Exemplare; dasselbe Verhalten zeigen die Neuralbögen bei dem von AURIVILLIUS besprochenen Tiere. Die Dornfortsätze der 6. und 7. V. c. scheinen dagegen immer vorhanden zu sein und besitzen eine ziemlich bedeutende Länge; bei dem von AURIVILLIUS beschriebenen Exemplare war der der 6. V. c. 25 mm, der der 7. V. c. 73 mm und der der 1. V. d. 115 mm lang; sie sind etwas nach vorn gerichtet. Zygapophysen finden sich am 3.—7. Halswirbel.

Die Processus transversi superiores „... werden von einem Höcker an der Außenseite der Neurapophysen des Atlas ange deutet; sie sind an den folgenden Wirbeln bis auf den 7. Brustwirbel inkl. ausgebildet“ (4). Am Atlas liegen sie an der Mitte der Außenseite, beim Epistropheus etwas tiefer, und von der 3. V. c. an steigen sie mit ihrer Basis immer höher am Wirbel hinauf. Beim Epistropheus, bei der 3. und 4. V. c. kommt es meistens zu einer mehr oder weniger vollständigen Ringbildung, indem die Spitzen der oberen und unteren Querfortsätze sich miteinander verbinden und so einen Kanal für die Arteria vertebralis bilden. Die Spitzen sind bei jugendlichen Exemplaren durch Knorpel, bei älteren durch Knochen verbunden. Die oberen Processus transversi nehmen schon vom 4. Wirbel ab immer mehr ihre Richtung nach vorn, eine Eigentümlichkeit, die beim letzten Hals- und 1. Brustwirbel ihren Höhepunkt erreicht. Die Processus transversi inferiores bilden bei der 2., 3. und oft auch bei der 4. V. c., wie erwähnt, den unteren Teil der Seitenringe und sind an der 5. und 6. V. c. etwas nach unten gerichtet; bei der 7. V. c. treten gerade nach außen gerichtete kurze Fortsätze auf, die an ihrer Hinterseite eine Gelenkfläche für das Köpfchen der 1. Rippe tragen. Die Ringbildung ist übrigens oft unsymmetrisch, indem sie auf der einen Seite vollkommener entwickelt ist, als auf der anderen. Die Gelenkflächen für die Condylen des Hinterhauptes sind ziemlich schräg gestellt und konvergieren nach unten. Nach MALM betrug der Abstand der Gelenkflächen

oben: bei No. 1: 58 mm, bei No. 2: 52 mm
 unten: „ „ 1: 8 „ „ „ 2: 10 „

Für Breite, Höhe und Länge der ersten 3 Wirbel geben GRIEG und AURIVILLIUS folgende Maße:

		GRIEG				AURIVILLIUS		
		No. 1		No. 2				
		1+2.	3.	1+2.	3.	1+2.	3.	V. c.
Größte	Höhe	49	46	43	45	40	32	mm
„	Breite	108	58	102	50	105	55	„
„	Länge	44	12	42	12	45	15	„

Mesoplodon grayi HAAST hat die Wirbelformel C 7, D 9, L 11, Ca 20 (+ 1?) = 47 (+ 1?).

Mesoplodon australis FLOWER (vielleicht = *M. hectori*). Die Wirbelformel ist C 7, D 10, L 11, Ca 20 (+ 1?) = 48 (+ 1?). Bei beiden Arten fehlt nach FLOWER (40) wahrscheinlich ein Schwanzwirbel.

Die Halswirbel der beiden Arten sind sich so ähnlich, daß FLOWER meint, wenn man das verschiedene Alter (*M. grayi* ist ein junges, *M. australis* ein erwachsenes Tier) der beiden Exemplare und die Neigung zu variieren berücksichtige, könne man zweifeln, ob überhaupt im Bau der Halswirbel sich spezifische Unterschiede fänden. Bei beiden sind nur Atlas und Epistropheus verschmolzen, und zwar völlig mit Körper und Neuralbogen, nach FLOWER ist dies: „the minimum of vertebral union known in any Ziphioid“.

Der Atlas trägt vorn jederseits ein völlig geschlossenes Foramen für den Durchtritt des 1. Halsnerven. Bei *M. grayii* kommt es beim Epistropheus links zu einer Ringbildung der Querfortsätze, bei *M. australis* fehlt sie beiderseits; sonst tritt bei keinem Wirbel ein Ring auf. Bei *M. australis* sind an der 6. V. c. die oberen Processus transversi sehr kurz und reduziert und der untere auf der linken Seite fast doppelt so lang wie der rechte: nach FLOWER nur eine individuelle Eigenschaft; diese Fortsätze sind nach unten und außen und besonders nach hinten gerichtet. Neuralbögen und Dornfortsätze sind gut entwickelt; bei der 6. V. c. ist der Dornfortsatz so hoch wie der Neuralbogen (bei beiden Arten). Bei der 7. V. c. ist er bei *M. australis* bedeutend höher als bei *M. grayi*, was aber vielleicht am Altersunterschied liegen kann. Der 7. Halswirbel zeigt bei beiden Arten jederseits eine Gelenkfläche für das Köpfchen der 1. Rippe; unterhalb dieser Fläche findet sich ein Rest des Processus transversus inferior in Gestalt eines kleinen Tuberkulums, ein Beweis dafür, daß die Gelenkfläche nicht mit dem Processus transversus inferior identisch ist.

FLOWER gibt folgende Maße:

	<i>M. australis</i>	<i>M. grayi</i>
Gesamtlänge der V. c. (an der Unterseite)	130	124 mm
Länge der Körper der 1.+2. V. c.	48	43 „
Länge des Körpers der 7. V. c.	23	15 „
Größte Höhe des Atlas	130	117 „
„ „ der 3. V. c.	104	89 „
„ „ „ 6. „ „	140	127 „
„ „ „ 7. „ „	180	142 „
Breite zwischen den Außenrändern der Gelenkflächen des Atlas	94	99 „
Breite zwischen den Enden der Processus transversi des Atlas	142	140 „

Nur eine Strecke ist bei dem jungen Exemplare von *M. grayi* größer, als bei *M. australis*, nämlich die Breite zwischen den

Außenrändern der vorderen Gelenkflächen des Atlas. Das ist, wenn man die Jugend des Tieres bedenkt, nach FLOWER ein Beweis dafür, daß diese Art im erwachsenen Zustande größer ist als *M. australis*.

Die Zahl der verschmolzenen Wirbel kann übrigens, wie es scheint, auch bei diesen Arten variieren, denn HAAST (40) erwähnt ein erwachsenes Weibchen von *M. grayi*, bei dem die ersten 3 Halswirbel verschmolzen waren. Also auch hier ist ein stärkeres Umsichgreifen der Verschmelzung mit zunehmendem Alter zu konstatieren. Die Länge der Halswirbelsäule ist bei beiden Arten nach FLOWER $\frac{1}{35}$ der ganzen Körperlänge; die Verkürzung ist also nicht sehr groß.

Mesoplodon layardi (GRAY). Das Exemplar im Canterbury Museum, New Zealand, hat die Wirbelformel C 7, D 10, L 10, Ca 19 = 46. Von den Halswirbeln sind 1—3 zu einem großen dreiseitigen Knochen verschmolzen, alle übrigen völlig frei.

Mesoplodon densirostris (BLAINVILLE). Normal scheinen bei dieser Art die Wirbel 1—3 verschmolzen zu sein. FLOWER (40) aber erwähnt ein Exemplar, bei dem die Wirbel 1—3 einerseits und 5—7 andererseits verwachsen waren; die 4. V. c. war halb frei.

Berardius arnouxii DUVERNOY. Die Wirbelformel dieser Art ist nach FLOWER (39) C 7, D 10, L 12, Ca 19 = 48. Die Halswirbelsäule (Fig. 15) des von diesem Autor sehr eingehend beschriebenen

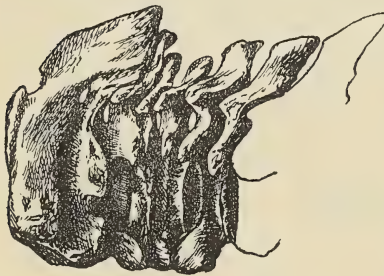


Fig. 15. *Berardius arnouxii* DUV. nach FLOWER. Halswirbel von der Seite gesehen. $\frac{2}{15}$.

Exemplares war 254 mm lang, also ca. $\frac{1}{36}$ der ganzen Körperlänge (9,30 m) und ca. $\frac{1}{29}$ der Länge der Wirbelsäule [bei dem von GERVAIS abgebildeten Tiere (7) ca. $\frac{1}{24}$ der Länge der Wirbelsäule].

Die Halsregion ist besser entwickelt, als bei den meisten Zahnwalen, und zwar besonders im hinteren Teile. Sie zeigt im allgemeinen, abgesehen von der Verschmelzung der ersten 3 Wirbel, eine große Ähnlichkeit mit der von *Delphinapterus leucas*. Atlas, Epistropheus und die 3. V. c. sind fest mit den Körpern verschmolzen, die beiden ersten außerdem noch mit den aufsteigenden Teilen der Neuralbögen, während die Wirbel 2 und 3 nur eine Verwachsung der Teile zeigen, die den Zygapophysen entsprechen,

und der obere Teil der Neuralbögen frei bleibt. Alle anderen Wirbel sind völlig frei; bei ihnen sind noch die Nähte der Epiphysen zu erkennen; es ist also ein noch junges Tier. Aber aus der Beschaffenheit der unverschmolzenen Halswirbel schließt FLOWER, daß auch bei höherem Alter eine weiter gehende Verschmelzung nicht stattfindet, während HAAST aus der Verwandtschaft mit Hyperoodon auf eine im Alter eintretende umfangreichere Verschmelzung schließen zu müssen glaubt.

Die vorderen Gelenkflächen des Atlas sind klein, beträchtlich kleiner als bei Hyperoodon, und gehen nicht mit ihren unteren Rändern ineinander über. Für den ersten Halsnerven findet sich nur eine tiefe, nach vorn geöffnete Grube, kein Kanal. Die Körper aller Halswirbel sind breiter als hoch. Die verschmolzenen Dornfortsätze des Atlas und des Epistropheus sind mäßig entwickelt und überdecken, sich nach hinten lehnd, den kurzen spitzen Dorn des 3. Wirbels. Bei der 4. und 5. V. c. sind die Neuralbögen oben offen; ein Dornfortsatz fehlt also. Diese Oeffnung dürfte wohl bei älteren Exemplaren verwachsen. Einen Dornfortsatz entbehren auch die beiden letzten Halswirbel. Auffallend ist die Höhe des Neuralkanales; sie ist bei der 4. und 5. V. c. größer als die Breite. Die Wirbel 3—7 zeigen vordere und hintere Zygapophysen. Die Processus transversi des Atlas, die nicht mit denen des Epistropheus verschmolzen sind, sind wenig entwickelt und sitzen tief an den Seiten des Wirbelkörpers. Beim Epistropheus finden sich jederseits zwei kurze Querfortsätze, die von vorn nach hinten zusammengepreßt erscheinen. Bei der 3. V. c. entspringen die oberen Querfortsätze vom Fuße der Pediculi, bei allen folgenden etwas höher; sie sind kurz, spitz und nach unten gerichtet (bei der 6. V. c. außerdem etwas nach vorn) und nehmen von der 4.—6. V. c. an Größe zu. Die unteren Querfortsätze entspringen von der unteren äußeren Kante des Körpers, sind ebenfalls kurz und enden mit einer rauhen Verdickung; ihre Richtung ist bei der 3. V. c. nach unten, außen und hinten, bei der 4. und 5. V. c. nach unten und außen, bei der 6. V. c. nach unten und vorn. Die der 4. V. c. sind die längsten und am meisten zusammengedrückt, während die der 6. V. c. sich unter den Körper der 5. V. c. erstrecken. Bei der 7. V. c. findet sich über ihrer Stelle eine gut entwickelte Gelenkfläche für das Capitulum der ersten Rippe.

FLOWER gibt folgende Maße:

Länge der Körper aller 7 Halswirbel (an d. unt. Fläche)	254 mm
" " " der verschmolzenen 1.—3. V. c.	89 "
" " " " 4. V. c.	33 "
" " " " 5. " "	33 "
" " " " 6. " "	35 "
" " " " 7. " "	42 "
Größte Höhe der 2. V. c. (inkl. Processus spinosus)	269 "
" " " 7. " " " " " "	213 "
Breite zwischen den Außenrändern der vorderen Gelenkflächen des Atlas	218 "
Höhe der Gelenkflächen des Atlas	144 "
Breite zwisch. den Spitzen der Processus transversi des Atlas	299 "
Höhe des Neuralkanales im Bogen des Atlas	70 "
Größte Breite des Neuralkanales im Bogen des Atlas	82 "
Höhe des Neuralkanales im Bogen der 7. V. c.	82 "
Größte Breite des Neuralkanales im Bogen der 7. V. c.	89 "
Breite des Körpers der 7. V. c.	131 "
Höhe " " " 7. " "	106 "
Breite zwischen den Spitzen der Processus transversi der 7. V. c.	240 "

Die jetzt lebenden Ziphyiinen sind nur die Reste einer Familie, die früher, im Tertiär, eine bedeutend größere Verbreitung und Artenzahl hatte. Von diesen fossilen Tieren sind meist nur die Schädel gefunden worden, und wir wissen daher nichts über die Form ihrer Halswirbel. Von einer Art aber,

Placoziphius duboisii VAN BENEDEN, ist der Atlas erhalten geblieben (Fig. 16). Die von VAN BENEDEN und GERVAIS (7) gegebene Abbildung zeigt seine querovale Form, seine tiefen, schräg unter dem Neuralkanal gelegenen Gelenkflächen für die Hinterhauptscondylen und seine kurzen, stumpfen Querfortsätze; ein Processus spinosus fehlt gänzlich. Bei diesem Tiere war also, abweichend von den heutigen Ziphyiinen, auch der Atlas unverschmolzen.

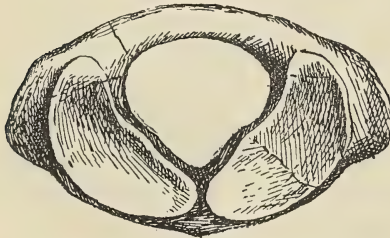


Fig. 16. *Placoziphius duboisii* VAN BENEDEN nach GERVAIS. Atlas von vorn. ⁴/₁₅.

b) Platanistidae.

α) Platanistinae.

Platanista gangetica LEBECK. Eine sehr eingehende Beschreibung dieser Art hat ANDERSON (3) gegeben. Nach ihm ist die Wirbelformel C 7, D 10—11, L 7—8, Ca 26—27 = 51—52.

Bei 20 untersuchten Skeletten fanden sich nie weniger als 51 Wirbel. Die Halswirbel sind sämtlich stets getrennt und sehr wenig verkürzt. Die von ANDERSON beschriebenen Skelette hatten folgende Masse:

Skelett	No.	Länge des ganzen Skelettes	Länge der V. c.	Verhältnis
Weibchen	1	2,31 m	0,13 m	$\frac{1}{18}$
	2	2,08 "	0,122 "	$\frac{1}{17}$
	3	1,96 "	0,114 "	$\frac{1}{17}$
	4	1,36 "	0,093 "	$\frac{1}{15}$
	5	1,32 "	0,098 "	$\frac{1}{13}$
	6	1,84 "	0,124 "	$\frac{1}{15}$
Männchen	7	1,82 "	0,112 "	$\frac{1}{16}$
	8	1,71 "	0,111 "	$\frac{1}{15}$
	9	1,61 "	0,102 "	$\frac{1}{16}$
	10	1,59 "	0,092 "	$\frac{1}{17}$
	11	1,47 "	0,09 "	$\frac{1}{16}$
	12	1,44 "	0,089 "	$\frac{1}{16}$
	13	1,31 "	0,083 "	$\frac{1}{16}$
	14	1,11 "	0,072 "	$\frac{1}{15}$
	15	0,95 "	0,055 "	$\frac{1}{17}$

Die Halswirbelsäule (Fig. 17) ist demnach im Durchschnitt $\frac{1}{16}$ der ganzen Körperlänge, oder nach der von GERVAIS (7) gegebenen Abbildung ca. $\frac{1}{12}$ der Länge der Wirbelsäule; man kann also überhaupt kaum von einer Verkürzung reden. Wie so vieles andere, zeigen auch die Halswirbel bei diesen Tieren eine abnorme Länge. Aus der Tabelle scheint auch hervorzugehen, daß im allgemeinen bei den kleineren, jüngeren Tieren die Halswirbel noch etwas länger sind, daß also beim Erwachsenen doch auch eine Verkürzung dieses Teiles der Wirbelsäule stattfindet.



Fig. 17. *Platanista gangetica* LEBECK nach ANDERSON. Halswirbelsäule von der Seite.

Jedenfalls haben die Platanistiden unter allen Walen den längsten Hals, stehen also hierin auf einer ursprünglicheren Stufe.

Die einzelnen Wirbel (Fig. 18) haben folgende Gestalt. Der Atlas ist bedeutend breiter als hoch und ist der längste Halswirbel. Die beiden großen vorderen Gelenkflächen liegen weit auseinander und ziemlich parallel; sie sind seitlich gestellt, also

noch nicht wie bei den meisten anderen *Odontoceten* nach unten verschoben. Der Neuralkanal ist weit und höher als breit. Am oberen Rande der Gelenkflächen findet sich jederseits eine Einkerbung für den ersten Halsnerven, die aber auch zum geschlossenen Kanal werden kann. Der Neuralbogen liegt fast wagerecht und ist ziemlich flach; ein Dornfortsatz ist nur gering entwickelt oder fehlt ganz. Der untere Bogen ist breit und stark und trägt am hinteren oberen Rande eine gut entwickelte Gelenkfläche für den Zahn des *Epistropheus*. Im Anschluß an

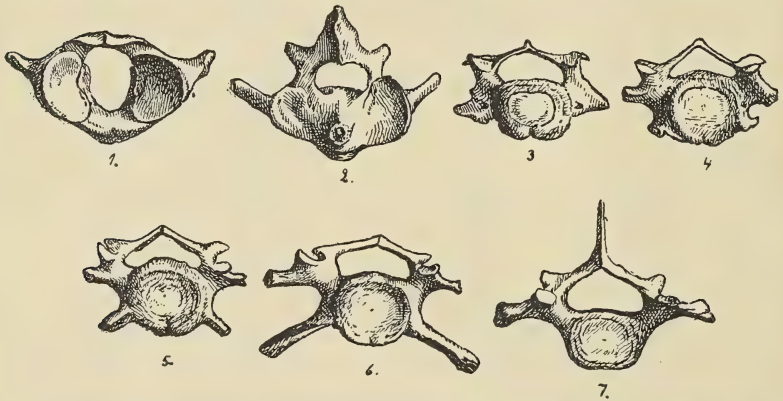


Fig. 18. *Platanista gangetica* LEBECK nach GERVAIS. Die 7 Halswirbel von vorn gesehen.

diese Gelenkfläche erstreckt sich ein Fortsatz nach hinten unter den *Epistropheus*, mit diesem artikulierend. Die *Processus transversi* des Atlas sitzen hoch an, sind stark und nach außen und hinten gerichtet; bei dem von GERVAIS (7) abgebildeten Exemplare zeigen sie außerdem eine Biegung nach oben; sie sind den oberen Querfortsätzen der folgenden Wirbel homolog. Die hinteren Gelenkflächen sind unsymmetrisch, da die linke bedeutend größer als die rechte ist, eine Eigentümlichkeit, die sich stets zu finden scheint.

Entsprechend sind die vorderen Gelenkflächen des *Epistropheus* gebaut. Zwischen ihnen erhebt sich der gut entwickelte kegelförmige Zahn, der an seiner Unterseite eine große Gelenkfläche trägt; sein unterer Rand steht in gelenkiger Verbindung mit dem oben erwähnten hinteren Fortsatze des Atlas. Die seitlichen Gelenkflächen gehen aber nicht in die des Zahnes über, so daß nach ANDERSON die seitliche Bewegung des Kopfes nicht groß sein kann. Der Neuralkanal ist breiter als hoch und der Neural-

bogen breit und etwas nach hinten gerichtet; sein Dornfortsatz ist hoch, oft gegabelt und trägt eine Crista, die vorn in einen Fortsatz endigt. Von den Querfortsätzen sind nur die oberen beim Epistropheus vorhanden; sie sind sehr groß und nach außen und hinten gerichtet.

Die folgenden Wirbel sind verhältnismäßig kurz (die 3. V. c. ist die kürzeste) und artikulieren miteinander durch Zygapophysen, die an der Basis der Neuralbögen sitzen und oft unsymmetrisch sind. Dornfortsätze fehlen bei der 3.—6. V. c. oder sind sehr kurz. Der Neuralkanal ist bei ihnen weit, aber flach, seine Breite ist bei den Wirbeln 3—6 ungefähr doppelt so groß wie seine Höhe. Der Processus transversus der 3. V. c. sitzt breit an, ist von vorn nach hinten zusammengedrückt und lehnt sich an den des Epistropheus an. Von seinem unteren Rande entspringt ein nach vorn verlaufender kurzer Fortsatz. Er zeigt oft eine Durchbohrung für die Wirbelarterie, entspricht also dem oberen und dem unteren Querfortsatze, ist aus ihrer Verschmelzung hervorgegangen. Beim 4. Halswirbel treten deutliche untere Processus transversi auf; sie sind kurz und spitz, nach außen und vorn gerichtet. Der linke ist meist kleiner als der rechte. Die oberen Processus transversi sind nicht so kurz, an der Spitze gegabelt und nach außen und hinten gewandt. Bei der 5. und 6. V. c. werden die oberen und unteren Querfortsätze länger. Die oberen sind bei der 5. V. c. wieder gegabelt, bei der 6. V. c. stabförmig, mit dünnem Ende und nach außen und vorn gerichtet. Die unteren sind bei der 5. V. c. nur wenig länger, als bei der 4. V. c., erreichen aber bei der 6. V. c. das Maximum der Länge, wo sie länger als die oberen sind und nach außen, unten und vorn verlaufen; häufig biegt sich ihr Ende wieder nach oben. Der 7. Halswirbel zeichnet sich durch seinen langen, sichelförmigen Dornfortsatz und kräftig entwickelte obere Querfortsätze aus, die nach außen, hinten und etwas nach unten gerichtet sind; an seinem unteren äußeren Rande findet sich jederseits eine unregelmäßige rauhe Gelenkfläche für das Köpfchen der 1. Rippe. Der Neuralkanal dieses Wirbels ist höher, als die der vorhergehenden, und von dreiseitiger Gestalt; sein Körper ist länger, als der der 6. V. c.

β) Iniinae.

Inia geoffrensis (D'ORBIGNY). Eine sehr eingehende Beschreibung liefert FLOWER (35) von einem jüngeren Exemplare von etwas über $1\frac{1}{2}$ m Länge. (Die Art erreicht ca. 3 m Länge.)

Alle Epiphysen vom Epistropheus bis zum 10. Schwanzwirbel waren noch unverschmolzen. Die Wirbelformel war C 7, D 13, L + Ca 21 = 41, d. i. die geringste Wirbelanzahl, die bei einem Wale vorkommt. Die ganze Wirbelsäule maß, wenn sich die Wirbelkörper berührten, also ohne Ligamenta intervertebralia 0,985 m. Alle Halswirbel (Fig. 19) sind getrennt, und zwar auch im Alter; sie waren bei diesem Exemplar 84 mm lang, d. h. $\frac{85}{1000} = \text{ca. } \frac{1}{12}$ der ganzen Wirbelsäule (aber ohne Lig. intervert.) oder = $\frac{1}{18}$ der ganzen Körperlänge, zeigen also auch bei dieser Art eine sehr geringe Verkürzung.

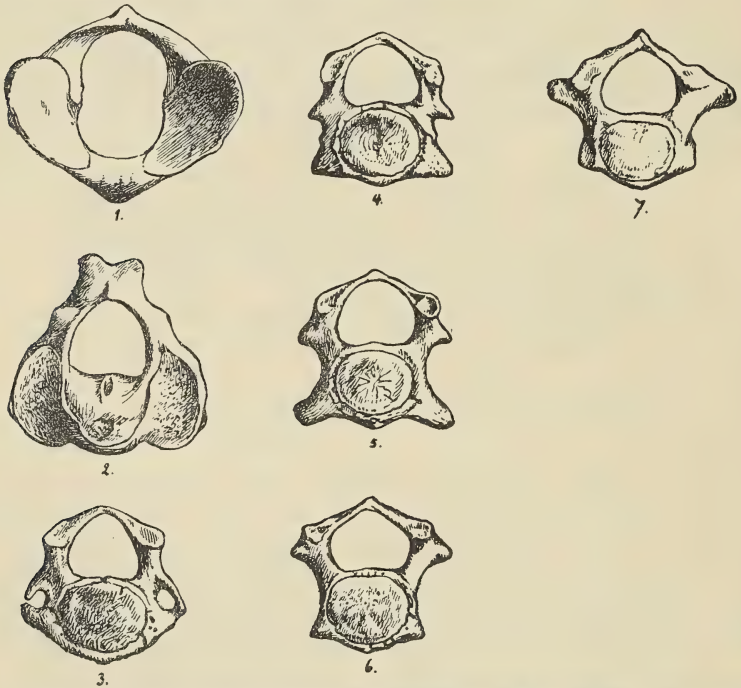


Fig. 19. *Inia geoffrensis* (D'ORBIGNY) nach FLOWER. Die 7 Halswirbel von vorn gesehen. $\frac{2}{5}$.

Der Atlas ist im Verhältnis zur geringen Größe des Tieres sehr lang und ähnelt dem von *Platanista*, nur ist er höher als jener. Sein Neuralbogen ist stark und trägt als Dornfortsatz eine kleine Längscrista. Für den ersten Halsnerven findet sich nur eine ziemlich seichte Grube. Die vorderen Gelenkflächen sind groß und voneinander getrennt. Ihre größten Durchmesser liegen schräger zueinander als bei *Platanista*. Jederseits, zwischen den vorderen und hinteren Gelenkflächen, finden sich zwei runde Her-

vorragungen als Reste des oberen und unteren Querfortsatzes. Der Atlas entsendet auch bei dieser Art, wie bei allen anderen Zahnwalen, die einen freien Atlas haben, vom hinteren Ende seines unteren Bogens einen starken Fortsatz nach hinten, der mit der unteren vorderen Fläche des Epistropheus artikuliert; er ist an der Spitze gegabelt und bedeutend stärker entwickelt, als bei dem von FLOWER zum Vergleich herangezogenen, allerdings jüngeren Exemplare von *Platanista*.

Der *Epistropheus* hat einen massiven Körper. Sein Neuralbogen ist hoch, sein Dornfortsatz breit und gegabelt. Der Zahn besteht aus einer Hervorragung des unteren Teiles der vorderen Fläche. Er trägt an seiner Unterseite eine Gelenkfläche für den Fortsatz des Atlas und geht seitlich in die beiden großen Gelenkflächen über, was auf eine ziemlich freie Bewegung zwischen den beiden ersten Wirbeln hindeutet. Die hinteren Zygapophysen des *Epistropheus* ragen weniger weit hervor, als bei *Platanista*, und ihre Gelenkflächen sind mehr nach hinten und unten gerichtet. Von den Querfortsätzen des 2. Wirbels finden sich nur schwache Rudimente.

Die übrigen Halswirbel sind einander recht ähnlich. Ihre Körper sind höher als bei *Platanista* und haben einen fast kreisförmigen Umriß; sie nehmen von vorn nach hinten nur wenig an Länge zu (die 4. V. c. ist die kürzeste). Die beiden niedrigen Neuralbögen sind von vorn nach hinten so schmal, daß die zwischen ihnen liegenden Zwischenräume so breit sind wie die Bögen. Die Dornfortsätze fehlen oder sind nur noch ganz rudimentär vorhanden; der höchste, d. h. der der 7. V. c. hat nur eine Höhe von 5 mm. Obere und untere Querfortsätze treten bei der 3.—6. V. c. auf; sie sind sehr kurz und bilden nur beim 3. Halswirbel für die Vertebralarterien Ringe, von denen aber nur der linke vollständig ist; die oberen Fortsätze entspringen vom Bogen, die unteren von der unteren äußeren Kante des Körpers. Bei der 4. V. c. entspringt zwischen den beiden Querfortsätzen, die ziemlich gleich kurz sind, vom Wirbelkörper eine kleine Erhebung. Bei der 5. V. c. trennen sich die Spitzen der Fortsätze noch mehr, die unteren sind länger und stärker und verlaufen etwas nach unten; sie haben eine Länge von 13 mm, sind aber noch unvollkommen verknöchert, da ihre Spitzen knorpelig endigen. Die Länge dieser Fortsätze gerade beim 5. Wirbel ist sehr charakteristisch für die Halswirbelsäule von *Inia*. Denn bei den meisten Säugetieren sind sie am 5. Wirbel recht kurz und erreichen ihre

größte Länge bei der 6. V. c. FLOWER erwähnt hierbei noch, daß Halicore in dieser Eigentümlichkeit, wie auch in anderen, mit Inia übereinstimmt, eine interessante Konvergenzerscheinung. Die unteren Processus transversi des 6. Wirbels sind ganz kurz, sogar kürzer als die oberen. Die oberen Querfortsätze rücken vom 3. Wirbel ab bei jedem folgenden immer höher am Neuralbogen hinauf. Bei der 7. V. c. ist der obere Fortsatz stark und lang, der untere ganz rudimentär. Die Laminae dieses Wirbels sind breiter als bei den vorhergehenden; seine hintere Körperfläche ist seitlich etwas verbreitert.

Pontoporia blainvillii (FREMINVILLE). Diese im La Plata lebende Art kann eine Länge von 1,20 m erreichen. Die Wirbelformel ist nach BURMEISTER (13) C 7, D 10, L 7, Ca 18 = 42. Die 7 Halswirbel sind völlig frei; bei dem von BURMEISTER beschriebenen jüngeren Exemplare von 0,762 m Länge hatten sie eine Länge von 47 mm, d. h. ca. $\frac{1}{16}$ der ganzen Körperlänge. Die Halswirbelsäule dieser Art ist also unter allen Cetaceen die längste; man muß hierbei allerdings bedenken, daß wir es mit einem jungen Tiere zu tun haben, daß also beim erwachsenen die Verkürzung wohl etwas größer sein wird.

Die Längen der einzelnen Wirbel dieses Exemplares sind:

	Atlas	Epistr.	3.	4.	5.	6.	7. V. c.
Größte Länge	11	11	5	5	5	5	5 mm

Atlas und Epistropheus sind also weitaus die längsten Wirbel; die Maße der anderen zeigen kein Ansteigen nach hinten zu. Die vorderen Gelenkflächen des Atlas stehen noch etwas schräger, als bei Inia. Die Dornfortsätze sind ebenso schlecht entwickelt wie bei Inia und Platanista; nur der des Epistropheus ist größer und nach hinten gebogen. Die Processus transversi sind beim Epistropheus sehr breit und dick; bei der 3. V. c. ist der obere relativ lang, bei der 4. V. c. etwas kürzer und bei der 5. V. c. am kürzesten. Der untere Processus transversus findet sich bei den Wirbeln 4, 5, 6 und 7 als kurzes, dickes Tuberkulum; bei der 7. V. c. artikuliert das Capitulum der 1. Rippe mit dem Körper.

γ) Fossile Platanistidae.

Bedeutend verbreiteter und formenreicher waren die Platanistiden im Tertiär; die rezenten sind nur kümmerliche Reste. Diese fossilen Gattungen haben, soweit man sie kennt, alle freie und fast unverkürzte Halswirbel besessen. Hierher gehören z. B.

Cyrtodelphis ABEL, *Acrodelphis* ABEL aus dem Miocän, die der rezenten *Inia* am nächsten stehen (1); *Eurhinodelphis* DU BUS, *Heterodelphis* BRANDT (*Epistropheus* mit stark entwickeltem Dens), *Zarhachis* COPE und viele andere, von denen nur wenige Teile bekannt sind. Von *Champsodelphis* (DE LÉOGNAN) (= *Acrodelphis* ABEL) bilden VAN BENEDEN und GERVAIS eine 6. oder 7. V. c. ab, die sehr lange obere und untere Querfortsätze hat. Nach BRONN (11) waren alle Halswirbel frei. Genauer kennt man den *Pachyacanthus* BRANDT (7), bei dem ebenfalls alle Halswirbel frei sind. Der Atlas zeigt Ähnlichkeit mit dem von *Inia*; er hat ebenfalls einen nach hinten verlaufenden Fortsatz, der mit dem *Epistropheus* artikuliert.

Auch *Priscodelphinus grandaevus* LEIDY ist ziemlich genau bekannt; die ganze Halswirbelsäule ist erhalten (Fig. 20). Die Wirbel sind alle frei und unverkürzt. Der Atlas trägt 2 für die Hinterhauptscondylen

bestimmte Gelenkflächen, die noch seitlich des Rückenmarkskanales liegen. Besonders auffallend ist der sehr lange, wohl ausgebildete Zahn des *Epistropheus*. Die

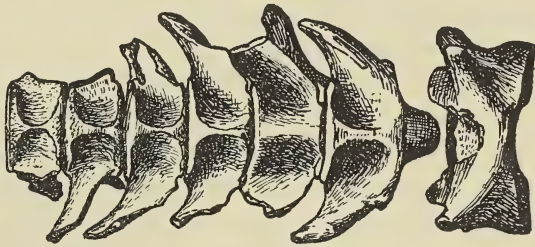


Fig. 20. *Priscodelphinus grandaevus* LEIDY nach COPE. Halswirbel von unten. $\frac{4}{15}$.

Querfortsätze der Halswirbel sind, soweit sie vorhanden, etwas nach hinten gerichtet; es treten obere und untere auf, und es kommt bei einigen Wirbeln durch Verschmelzung der Spitzen der Fortsätze zur Ringbildung.

c) *Squalodontidae*.

Wahrscheinlich gehören in die nähere Verwandtschaft der Platanistiden auch die *Squalodontiden* des Miocäns.

Zu *Squalodon grateloupi* (DE LÉOGNAN) rechnen VAN BENEDEN und GERVAIS einen von ihnen abgebildeten Atlas, den einzigen Halswirbel, den man von dieser Gattung kennt (Fig. 21). Er zeigt keine Spur einer Verschmelzung mit dem *Epistropheus*. Vorn trägt er 2 ziemlich lange, tiefe Gelenkflächen für die Hinter-

hauptscondylen; hinten gehen die für den Epistropheus bestimmten gut entwickelten Gelenkflächen unten ineinander über, es hat also wohl eine ziemlich ausgedehnte Drehbewegung stattgefunden. Der

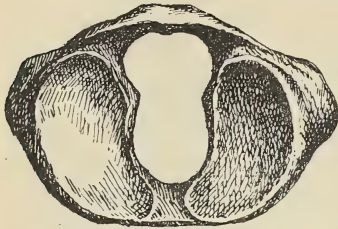


Fig. 21. *Squalodon grateloupi* nach GERVAIS. Atlas von vorn. $\frac{4}{15}$.

Neuralbogen liegt fast horizontal, ist wenig gewölbt und trägt keinen eigentlichen Dornfortsatz. Die Processus transversi sind breit und sehr kurz. Da der Atlas also frei und wenig umgebildet ist, kann man annehmen, daß alle Halswirbel von *Squalodon* frei und wenig verkürzt waren, daß der Hals eine verhältnismäßig große Beweglichkeit hatte.

d) Zeuglodontidae.

Daß die Zeuglodonten des Eocäns in die Vorfahrenreihe der Zahnwale gehören, wurde von einigen Autoren, z. B. THOMPSON (104), stark bezweifelt. Letzterer ist der Ansicht, daß sie viel eher in die Verwandtschaft der Pinnipedier zu stellen seien. Doch WEBER (116) und DAMES (24) haben in ihren Arbeiten nachgewiesen, daß keinerlei direkte Beziehungen zu den Pinnipediern bestehen, daß es sich nur um gewisse Konvergenzerscheinungen handelt. Man kann nur eine Verwandtschaft mit den Zahnwalen annehmen, wie es auch ABEL (1) und STROMER v. REICHENBACH (99) tun. Die Zeuglodonten stehen wohl den Squalodonten am nächsten. Reste ihrer Halswirbelsäule sind nicht zahlreich. Die Halswirbel waren unverschmolzen und wenig verkürzt. Der Atlas hat breite Querfortsätze, die von einem Foramen transversarium durchbohrt werden; sie sind von vorn nach hinten abgeplattet. Die nach hinten gerichteten Gelenkflächen sind etwas schräg gestellt, die für die Hinterhauptscondylen bestimmten weit voneinander getrennt und stehen senkrecht zu beiden Seiten des Rückenmarkskanals, haben also noch nicht die für die rezenten Cetaceen charakteristische Schrägstellung.

Bei den amerikanischen Formen besitzt der Atlas nach J. MÜLLER und LUCAS eine starke Hypapophyse. Der von DAMES (24) abgebildete Epistropheus hat einen kurzen gedrungenen Körper, dessen Länge (inkl. Zahnfortsatz) 95 mm beträgt. Der Zahn ist stumpf und kurz, 49 mm lang und hat seitlich fast nur nach vorn gerichtete Gelenkflächen. STROMER ist nun der Ansicht, daß der

Zahnfortsatz dieses Exemplares nur durch Abreiben so kurz geworden sei. Die von ihm entdeckten 2 ägyptischen Stücke zeigen nämlich einen längeren Zahn, der ähnlich wie bei den Wiederkäuern breit und etwas rinnenförmig ist. Der Neuralbogen dieses Wirbels ist hoch gewölbt, der Neuralkanal etwa so breit wie hoch. Die hinteren Zygapophysen haben flache Facetten, die nach unten-außen-hinten gerichtet sind. Der Dornfortsatz ist lang, während er bei den beiden benachbarten Wirbeln, dem Atlas und der 3. V. c. fehlt. Die Querfortsätze sind von einem Foramen transversarium durchbohrt. Bei den folgenden Wirbeln 3 und 4 finden sich ebenfalls normal entwickelte Zygapophysen und durchbohrte Querfortsätze. Processus spinosi können vorhanden sein, sind aber dann sehr klein. Die von DAMES beschriebene 3. V. c. ist vorn 70 mm hoch und 80 mm breit; der Körper wird nach hinten dicker; seine Länge ist 35 mm. STROMER gibt von den am besten erhaltenen Wirbeln folgende Maße:

	Körper			Can. vertebr.	
	Länge basal	Breite vorn	Dicke vorn	Höhe vorn	Breite vorn
Epistropheus (+ Zahn)	25 (+ 16)	—	—	17	19 mm
3. V. c.	13,5	35	—	—	—
4. „ „	12,5	35	—	—	—

Die Bewegung des Halses war nach STROMER gering, aber größer, als bei allen rezenten Walen und selbst bei *Manatus* und *Halicore* (die beide kürzere Wirbel als *Zeuglodon* haben), was aus der Bildung der Zygapophysen hervorgeht. Am größten war sie zwischen Kopf und Atlas, und Atlas und Epistropheus: „*Zeuglodon* konnte in den Atlanto-occipital-Gelenken Nickbewegungen und in den Atlanto-epistropheal-Gelenken Drehbewegungen des Schädels etwa wie Wiederkäuer ausführen.“

e) *Delphinapteridae*.

Monodon monoceros L., der Narwal. Die Wirbelformel dieser bis 6 m langen Art ist nach TRUE (106) C 7, D 11, L 6, Ca 26 = 50, nach LILLJEBORG (66) C 7, D 11, L 9, Ca 25 = 53. Die Halswirbel sind normal alle frei, doch kommen auch Verschmelzungen der vorderen vor (114). Dadurch hat der Hals eine relativ große Beweglichkeit, welche, wie DUVERNOY meint, für das Tier erforderlich ist, um seinen Stoßzahn unbehindert ge-

brauchen zu können. Die Halswirbel sind verkürzt, und zwar besonders die mittleren, der 3., 4. und 5.

Der Atlas hat einen einfachen, ziemlich kurzen Dornfortsatz. Die für die Hinterhauptscondylen bestimmten Gelenkflächen sind groß, ebenso die dem Epistropheus zugewandten. Am hinteren unteren Ende des unteren Bogens entspringt ein Fortsatz, der sich unter den Epistropheus legt, mit diesem artikulierend, eine Einrichtung, wie wir sie besonders bei den Platanistiden kennen gelernt haben.

Der Epistropheus, dessen Körper sich von hinten nach vorn hinabsenkt, hat große eiförmige Gelenkflächen für den Atlas. Sein Körper zeigt einen sehr kurzen rudimentären Zahnfortsatz und von diesem ausgehend eine sich nach unten und hinten erstreckende Gelenkfläche für den hinteren Fortsatz des Atlas. Hinter dieser Fläche liegt an der Unterseite eine mediane Carina.

Zygapophysen finden sich beim Epistropheus (hinten) und bei allen folgenden Wirbeln. Die Processus transversi sind außer bei der 7. V. c. ziemlich kurz; bei den Wirbeln 3—6 treten obere und untere auf, die die Tendenz haben, sich mit den Spitzen einander zu nähern, doch scheint es nie zur Ringbildung zu kommen. Der letzte Halswirbel zeigt jederseits eine Gelenkfläche für das Köpfchen der 1. Rippe; seine oberen Processus transversi sind länger, als die der vorhergehenden. Die Dornfortsätze sind bei den hinteren Halswirbeln sehr klein; der des Epistropheus dagegen ist groß und stark nach hinten gebogen.

Die Länge der Wirbelkörper ist beim Atlas und Epistropheus ziemlich groß, bei der 3. und 4. V. c. recht gering, nimmt aber bei jeder folgenden, besonders bei der 7. V. c. zu.

Delphinapterus leucas (PALLAS), der Weißwal. Diese Art erreicht eine Länge von 5 m. Ihre Wirbelformel ist C 7, D 11—12, L 10, Ca 22 = 50—51. Die Halswirbel sind alle frei; der Hals zeigt äußerlich eine schwache Einsenkung, was sonst bei den Cetaceen nur im embryonalen Zustande vorkommt. Die Wirbel sind etwas dicker (länger), als bei *Monodon monoceros*, aber sonst ungefähr von derselben Gestalt. Die für den Zahn bestimmte Gelenkfläche des Atlas ist elliptisch. Die vorderen Gelenkflächen des Epistropheus sind eiförmig; sein Dornfortsatz ist stärker, als bei *Monodon*, sein Zahn etwas länger, die Carina an der Basis des Körpers nicht so stark hervorspringend. Die oberen und unteren Processus transversi des 3. und 4. Halswirbels zeigen das Bestreben, sich mit ihren Spitzen zu nähern, einen Ring zu

bilden, der aber, wie es scheint, nie zu stande kommt. Die Querfortsätze der 5. und 6. V. c. sind kurz und dick, und bei der 7. V. c. finden wir wieder Gelenkflächen für das Rippenköpfchen.

f) Delphinidae.

α) Phocaeninae.

Phocaena communis LESSON. Die Wirbelformel dieser bis 2 m Länge erreichenden Art ist nach TRUE (106) C 7, D 12—13, L + Ca 44—47 = 64—67; BEDDARD (5) gibt 68 an. Die Halswirbel sind stark verkürzt, und der 1.—6. miteinander außerordentlich innig verschmolzen; die Grenzen der einzelnen Wirbel kann man nur an den Zwischenwirbellöchern erkennen. Atlas und Epistropheus haben zusammen ein größeres Volumen, als die Summe der 5 anderen Halswirbel. Nach LILLJEBORG sind zwischen den Wirbeln 3, 4, 5 und 6 die Verschmelzungsnähte noch zu erkennen, während die Naht zwischen Atlas und Epistropheus völlig verschwunden ist, was darauf schließen läßt, daß die Verschmelzung mit diesen Wirbeln begonnen hat.

Die miteinander vereinigten Neuralbögen des Atlas und des Epistropheus legen sich nach hinten über die folgenden Wirbel und tragen einen langen Dornfortsatz, der oft gegabelt ist; in diese Gabel reichte bei dem von GERVAIS (7) beschriebenen Exemplare der Dornfortsatz des 6. Wirbels mit seiner Spitze hinein. Die Neuralbögen der 3., 4. und 5. V. c. sind nicht so fest miteinander verschmolzen, wie die Körper; sie sehen aus: „comme resserrées dans cet interval“.

Atlas und Epistropheus haben gemeinsame sehr lange und starke Querfortsätze, während die übrigen in die Verschmelzung mithineingezogenen Wirbel diese Fortsätze fast ganz entbehren. Die freie 7. V. c. hat einen etwas längeren Körper, als die vorhergehenden Wirbel; ihre oberen Querfortsätze sind aber auch nicht viel größer. Am Körper trägt sie jederseits eine Gelenkfläche für das Köpfchen der 1. Rippe. Ein Zahnfortsatz fehlt dem Epistropheus.

Bei Embryonen bilden schon vor Beginn der Verknöcherung die Körper der ersten 6 Halswirbel eine solide Masse, während die 7. V. c. völlig frei ist. Ebenso sind in diesem Stadium schon die Dornfortsätze und Neuralbögen der ersten 2 Wirbel miteinander verwachsen (7). Der Atlas besteht dann aus 3 Stücken: „l'une inférieure, en forme d'arc, et deux supérieures, qui sont

ses apophyses épineuses“. Die Querfortsätze sind noch nicht vorhanden. Dieser untere Bogen des Atlas ist schon zum Teil mit dem Körper des Epistropheus verschmolzen und ebenso die beiden oberen Stücke mit dem oberen Teile des Neuralbogens dieses Wirbels, während die unteren Teile des Bogens des Epistropheus frei bleiben. Der Zahnfortsatz hat keinen eigenen Knochenkern, was doch sonst bei den Säugetieren der Fall zu sein pflegt. Unterhalb des Atlas tritt ferner ein eigentümlicher Knochenkern, auf, welcher von GERVAIS (7) mit den „sésamoïdes hypapophysaires qui existent sous les vertèbres lombaires de certains Mammifères insectivores“ verglichen wird. Dieser Knochenkern scheint in dem unteren Bogen des Atlas aufzugehen.

RAPP (83) erwähnt einen Foetus, bei dem die Wirbel vor der Verknöcherung getrennt waren; die Verschmelzung aber geschehe, indem ein allen Wirbelkörpern gemeinsames Verknöcherungszentrum auftrete.

Die Muskulatur des Halses haben RAPP (83) und STANNIUS (95) untersucht. Vom Hinterhaupt gehen, ohne sich mit Halswirbeln zu verbinden, folgende Muskeln aus: *M. sternomastoideus*; er entspringt am Hinterhauptsbein und geht bis zur Vorderkante des Brustbeines. Der *M. occipito-humeralis* (cleido-mastoideus) geht vom Processus mastoideus zum Tuberculum des Humerus. Der *M. splenius capitis* geht bis zu den Dornfortsätzen der ersten Rückenwirbel. Der *M. scalenus anticus* erstreckt sich bis zur 1. Rippe, an deren vorderem konkaven Rande er sich befestigt.

Mit einzelnen Halswirbeln treten in Verbindung:

der *M. levator anguli scapulae*; er entspringt sehnig vom Processus transversus des Atlas und heftet sich am vorderen Winkel des Schulterblattes an;

der *M. scalenus posticus* entspringt ebenfalls am Processus transversus des Atlas und befestigt sich an den vordersten Rippen;

der *M. transversarius superior* beginnt am letzten Schwanzwirbel und spaltet sich vorn in zwei Teile, von denen der äußere an der 1. Rippe endet, während der innere dickere sich am Neuralbogen des Atlas, von dem er neue Fascikel empfängt, ansetzt und so verstärkt sich am Processus mastoideus des Hinterhauptsbeines inseriert.

Der *M. longissimus dorsi* verläuft vom letzten Schwanzwirbel bis zum Occiput und gibt Fascikel an die Mitte des oberen Bogens des Atlas ab.

der *M. sacrolumbalis* entspringt von der sehnigen Oberfläche des letzteren in der Gegend des 18. Lendenwirbels, befestigt sich mit einem starken Kopfe an einem Höcker des Neuralbogens des Atlas und geht dann in zwei starken Sehnen an das Hinterhauptbein.

Der *M. spinalis dorsi* ist schwach: „Vom Processus spinosus des 11. Rückenwirbels entspringen Sehnen, welche längs der Dornfortsätze der vorderen Wirbel verlaufen, und von ihnen gehen Muskelfasern ab, welche sich an den Spitzen aller weiter nach vorn gelegenen Dornfortsätze befestigen. Diese Muskelmasse endet vorn am Atlas. In der Tiefe verschmilzt sie mit dem *M. multifidus spinae*“ (95).

Dieser letztere ist ein „System kleiner, in inniger Verbindung stehender Muskeln“; er entspringt sehnig von den Querfortsätzen der Rückenwirbel, läuft an den Wurzeln der Dornfortsätze entlang und befestigt sich mit seinem Vorderende seitlich des Dornfortsatzes des Atlas.

An derselben Stelle heftet sich der von den Seiten der Dornfortsätze der vordersten Rückenwirbel ausgehende *M. semispinalis + rectus capitis posticus* an; er wird hier durch neue Bündel verstärkt und setzt sich dann an die *Linea semicircularis inferior* des Occipitale an.

Der *M. rectus capitis anticus major*, der unterhalb des *M. scalenus anticus* vom Hinterhaupt entspringt und sich in der Rückenregion mit dem *M. longus colli* verbindet, entsendet einige Fascikel an den unteren Bogen des Atlas.

Der *M. rectus capitis anticus minor* entspringt fast an gleicher Stelle des Schädels und befestigt sich am ganzen unteren Rande des Atlaskörpers und zum Teil noch an den Querfortsätzen.

Der *M. longus colli* entspringt an der Unterseite der Körper der ersten 3 Rückenwirbel und befestigt sich an den „kleinen Fortsätzen, welche sich an der Bauchseite der hinteren Halswirbel finden und an dem Knorren, der neben der Mitte der unteren Fläche des Atlas paarig vorhanden ist“.

Bei weitem am meisten von den Halswirbeln tritt also der Atlas mit der Muskulatur in Verbindung.

Phocaena spinnipinnis BURM. Das Skelett dieser Art ist nicht bekannt, doch wird es sich nach TRUE (106) wahrscheinlich beträchtlich von dem von *Ph. communis* unterscheiden.

Phocaena dallii TRUE zeichnet sich durch die sehr große Anzahl seiner Wirbel aus. Die Wirbelformel ist C 7, D 14—15, L 27, Ca 49=97—98. Die Halswirbel sind nach TRUE (106) alle miteinander verschmolzen.

Neomeris phocaenoides (CUVIER). Länge bis 1,30 m. Die Wirbelformel ist nach TRUE (106) C 7, D 13, L + Ca 43=63. Von den Halswirbeln sind nur Atlas und Epistropheus verschmolzen. Die Processus transversi des Atlas sind kleiner, als bei *Phocaena*. Obere Querfortsätze sind bei allen Halswirbeln vorhanden, bei der 6. V. c. sind sie sehr kurz, bei der 7. V. c. länger, mit einer Gelenkfläche an der Spitze, an der eine kurze rudimentäre Halsrippe ansitzt. Untere Querfortsätze fehlen ganz.

β) Delphininae.

Globiocephalus melas (TRAILL.) erreicht eine Länge von 6 m. Seine Wirbelformel ist C 7, D 11, L 13—14, Ca 27—29=58—60. Von den Halswirbeln (Fig. 22) sind meist die ersten 5,

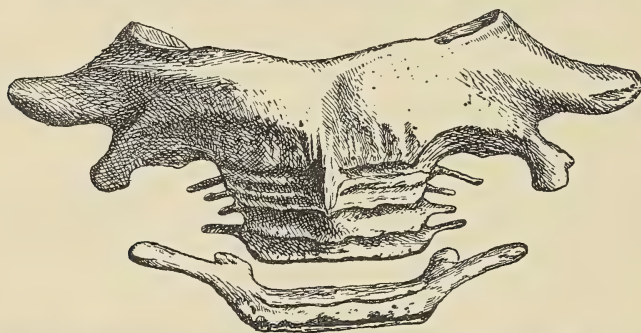


Fig. 22. *Globiocephalus melas* (TRAILL.) nach GERVAIS. Halswirbel von oben. ⁴/₁₅.

öfters aber auch mehr miteinander verschmolzen. Nach GERVAIS (7) ist die Verschmelzung der Körper oft von der 4. V. c. an eine immer lockerere, so daß schließlich z. B. die 6. V. c. mit dem Körper völlig frei ist, während ihr Dornfortsatz mit den vorhergehenden verwächst. Mit zunehmendem Alter nimmt meist auch die Zahl der in die Verschmelzung einbezogenen Wirbel zu, so daß bei ganz alten Tieren alle 7 verwachsen sind, doch kommt es nach REINHARDT (86) auch vor, daß selbst bei sehr großen und sehr alten Tieren nur die 1.—4. V. c. verschmelzen.

Atlas und Epistropheus haben mächtig entwickelte Processus transversi; der des Epistropheus ist meist nur wenig kürzer, aber

schwächer. Auch die 7. V. c. hat jederseits einen langen oberen Querfortsatz, der stark nach vorn gekrümmt ist; die der dazwischen liegenden Wirbel sind kurz. Die Processus transversi inferiores fehlen meist ganz. Die 7. V. c. hat eine Gelenkfläche für das Köpfchen der 1. Rippe.

Ueber die Muskeln des Halses berichten MACALISTER (69) und MURIE (76). Es treten so ziemlich dieselben auf, wie bei *Phocaena*. An die Halswirbel selbst setzen sich an:

Der *M. levator anguli scapulae* geht vom Processus transversus des Atlas zum vorderen Winkel des Schulterblattes. Ebenfalls an den Querfortsatz heftet sich der *M. trachelomastoideus* an, der sich nach der Außenseite des Hinterhauptes erstreckt. Vom *M. sacrolumbalis* geht der vordere Teil (*M. cervicalis ascendens*) vom Schädel bis zu den oberen Querfortsätzen der vordersten Halswirbel, sich besonders an den des Atlas anheftend. Der *M. rectus capitis posterior* erstreckt sich vom Foramen magnum bis zum Hinterrande des Neuralbogens des Atlas und noch weiter bis zu dem des Epistropheus. Der *M. obliquus superior* entspringt seitlich am Atlas und geht bis zum Exoccipitale. Der *M. scalenus anterior* erstreckt sich von der 1. Rippe bis zu den Querfortsätzen der vordersten Halswirbel. *M. scalenus medius* und *M. scalenus posterior* sind verschmolzen (69) und verbinden die beiden ersten Rippen mit den Quer- und Dornfortsätzen der vordersten Wirbel. *M. rectus capitis anterior major* und *minor* gehen vom Basioccipitale zur Unterseite des Atlas und des Epistropheus und zum Teil noch bis zu den folgenden Wirbeln. Der kurze *Longus colli* beginnt am Körper des Epistropheus und erstreckt sich, die übrigen Halswirbel bedeckend, nach hinten. Der *M. multifidus spinæ* und die *M. rotatores spinæ* sind klein und verbinden, am Atlas beginnend, die Dornfortsätze.

Vergleichen wir die Anordnung der Muskeln bei *Phocaena* und *Globiocephalus*, so fällt es auf, daß bei letzterem die meisten Muskeln sich an Atlas und Epistropheus anheften, während bei *Phocaena* fast nur der stark vergrößerte Atlas mit Muskeln in unmittelbarer Verbindung steht. Entsprechend der geringeren Verkürzung und der etwas gleichmäßigeren Entwicklung der einzelnen Halswirbel sind bei *Globiocephalus* also auch die Muskeln weniger ungleichmäßig verteilt.

Globiocephalus brachypterus COPE. Die Wirbelformel ist nach TRUE (106) C 7, D 11, L 11, Ca 28 = 57. Die

Halswirbel sind nach COPE (18, 19) alle verschmolzen. Alle oberen und unteren Querfortsätze fehlen mit Ausnahme der oberen der 7. V. c.

Globiocephalus scammoni COPE ist nur nach der Beschreibung des Autors bekannt. Ueber die Halswirbel wird nichts erwähnt.

Die übrigen bei den Autoren aufgeführten Arten sind noch sehr wenig bekannt und manche von ihnen wohl mit einer der bekannteren identisch.

Grampus griseus (CUVIER), Länge bis ca. 3,5 m. Die Wirbelformel ist C 7, D 12, L 19, Ca 30 = 68. Von den Halswirbeln (Fig. 23) sind 1—6 verschmolzen, und zwar Atlas und Epistropheus besonders fest. Die 7. V. c. ist meist frei, kann aber bei alten Tieren mit ihrem Dornfortsatze ebenfalls verwachsen. Nach VAN BENEDEN und GERVAIS (7) sind bereits beim Foetus die Wirbel 1—6 verschmolzen, während FLOWER (38) ein sehr junges Exemplar erwähnt, bei dem der Atlas mit dem Epistropheus einerseits und der 4. mit dem 5. Wirbel andererseits verschmolzen, die übrigen aber frei waren.



Fig. 23. *Grampus griseus* (CUV.) nach FLOWER. Halswirbelsäule von der Seite. $\frac{2}{5}$.

Sehr eingehend beschreibt FLOWER ein 3,20 m langes, völlig erwachsenes Weibchen. Bei ihm waren alle 7 Halswirbel mit Neuralbögen und Dornfortsätzen verschmolzen, aber nur die 1. bis 5. V. c. vollständig mit den Körpern, während der Körper der 7. V. c. gänzlich frei und der der 6. V. c. nur unvollkommen

mit dem vorhergehenden verbunden war. Die Dornfortsätze aller 7 bilden eine einzige Masse, die vorn abgeplattet und hinten seitlich zusammengedrückt ist. Die Grenzen der einzelnen Elemente, aus denen dieser Dorn zusammengesetzt ist, sind sehr undeutlich. Die Seitenteile der Neuralbögen, die durch die Foramina für die Halsnerven voneinander getrennt werden, sind sehr dünn, mit Ausnahme des ersten und des letzten: „scarcely thicker than pieces of card-board.“ Oberhalb der vorderen Gelenkflächen des Atlas findet sich kein Foramen für den Durchtritt des Nervus suboccipitalis, sondern nur eine seichte Grube. Der Processus transversus des Atlas ist stark, fast gerade nach außen gerichtet

und etwas von oben nach unten abgeplattet; der des Epistropheus bildet ein kleines, aber markiertes Tuberkulum, das etwas hinter der Mitte des Processus transversus des Atlas hervorragt. Die Querfortsätze der 4 folgenden Wirbel sind nur kleine dreiseitige Vorsprünge, die von den Fußenden der Neuralbögen ausgehen; der obere Querfortsatz des 7. Halswirbels ist lang und biegt sich nach unten und vorn, so daß sich seine Spitze bis auf 5 mm der des Processus transversus des Epistropheus nähert. An der Seite des Körpers trägt dieser Wirbel eine gut ausgeprägte Gelenkfläche, die das Köpfchen der 1. Rippe aufnimmt. An der Unterseite der Wirbelkörper finden sich geringe raue Erhebungen als Reste der unteren Querfortsätze.

Die Dimensionen der Wirbel sind, in Millimeter umgerechnet:

Länge der unteren Fläche der vereinigten Körper	61 mm
Länge der vereinigten Neuralbögen	55 "
Größte Höhe des Atlas (inkl. Processus spinosus)	137 "
Breite der Gelenkflächen des Atlas	120 "
Größte Breite des Atlas (inkl. Processus transversi)	196 "
" " " Epistropheus (inkl. Processus transversi)	135 "
" " " der 7. V. c. (inkl. Processus transversi)	132 "
" " " des Neuralkanals im Bogen des Atlas	51 "
Höhe des Neuralkanals an derselben Stelle	35 "

Die Länge der Halswirbelsäule ist ca. $\frac{1}{5.2}$ der ganzen Körperlänge und $\frac{1}{4.3}$ der Länge der Wirbelsäule, also so stark verkürzt, daß man an eine individuelle Ausnahme denken muß. Bei dem von GERVAIS (7) abgebildeten Tiere sind denn auch die betreffenden Zahlen $\frac{1}{4.5}$ und $\frac{1}{3.7}$, also beträchtlich kleiner.

Bei dem bereits oben erwähnten, von FLOWER außerdem beschriebenen jungen Weibchen waren nur die Körper von Atlas und Epistropheus fest miteinander verschmolzen. Alle folgenden sind dünne Platten, die meist voneinander getrennt sind. Nur zwischen der 4. und 5. V. c. findet eine geringe Verwachsung in der Mitte der Körperscheiben statt. Auch die Neuralbögen sind nur bei Atlas und Epistropheus verschmolzen. Die Dornfortsätze dagegen sind zu zwei Gruppen verwachsen, von denen die erste aus den Dornen der Wirbel 1, 2 und 3, die zweite aus denen der übrigen 4 besteht.

Bei einem von MÖBIUS (72) beschriebenen Weibchen sind die Halswirbel in derselben Weise verschmolzen, wie bei dem von FLOWER erwähnten Exemplar. Bei einem Männchen dagegen ist die 7. V. c. gänzlich frei.

Pseudorca crassidens (OWEN). Die Wirbelformel ist meist C 7, D 10, L 9, Ca 24 = 50. Die Zahl der Wirbel ist also gering. Die Halswirbel sind stark verkürzt, und zwar scheinen im Grade der Verkürzung, ähnlich wie bei *Grampus*, große Schwankungen vorzukommen; denn von 2 von REINHARDT (86) erwähnten Exemplaren war bei dem einen die Halswirbelsäule $\frac{1}{3,9}$, bei dem anderen $\frac{1}{5,2}$ der ganzen Körperlänge. Von den Halswirbeln sind meist 1—6, oft aber auch 1—7 mit den Körpern verschmolzen; die Zahl der verwachsenen Neuralbögen und Dornfortsätze ist dieselbe. Bei einem jungen von REINHARDT untersuchten Exemplare waren nur der 1.—5. Halswirbel miteinander verschmolzen, aber bei der 5. V. c. waren noch die hinteren, bei der 6. V. c. beide Epiphysen frei; diese wären wohl alle in höherem Alter noch mitverschmolzen. Bei einem anderen, noch ziemlich jungen Exemplare dagegen waren bereits alle 7 Halswirbel fest vereinigt. Die individuelle Variabilität ist also ziemlich groß.

Ueber die Gestalt der Halswirbel sagt REINHARDT, daß sie denen von *Globiocephalus* mehr ähneln, als denen von *Orca*. Es bestünde eigentlich nur der eine Unterschied, daß der *Epistropheus* bei *Pseudorca* nur kurze Querfortsätze habe. Desto stärker sind die *Processus transversi* beim Atlas entwickelt. Bei den Wirbeln 3—6 erscheinen die *Processus transversi superiores* als dünne, senkrechte knöcherne Platten, von denen die des 3. am größten sind. Auch hier kommen individuelle Verschiedenheiten vor. Die *Processus transversi inferiores* dieser Wirbel sind nur ganz rudimentär. In der Form des oberen Querfortsatzes des 7. Wirbels zeigt sich wieder eine große Aehnlichkeit mit *Globiocephalus*. Bei beiden ist dieser Fortsatz sehr lang und nach vorn gerichtet, während er bei *Orca* gerade so rudimentär ist, wie der der vorhergehenden Wirbel.

An Maßen gibt REINHARDT an:

	Ex. v. Refsnaes	Ex. v. Middefort
Ganze Länge des Skelettes	3,987 m	4,089 m
Länge der 7 Halswirbel	0,103 „	0,079 „
„ „ ersten 6 Wirbel	0,084 „	0,069 „
Breite des Atlas	0,231 „	0,233 „
„ der 1. V. d.	0,167 „	0,161 „

Orca orca (MÜLLER) = *O. gladiator* LACÉPÈDE. Diese Art erreicht nach LILLJEBORG (66) eine Länge von über 9 m, nach KÜKENTHAL (65) aber nur von 6 m. Die Wirbelformel ist C 7,

D 11—12, L 10—11, Ca 23—24 = 52—54. Die Zahl der verschmolzenen Halswirbel scheint in der Regel geringer zu sein, als bei den eben beschriebenen Arten (Fig. 24). Mit den Körpern verschmelzen mindestens Atlas und Epistropheus, meist aber die ersten 3 oder 4 Wirbel, in seltenen Fällen jedoch noch mehr, nie aber alle 7. Die Zahl der verschmolzenen Dornen ist meist größer, in der Mehrzahl der Fälle wohl 5—6.

Bei einem von REINHARDT erwähnten jungen Exemplare (86) vom Skagerak waren die Wirbel 1—3 mit den Körpern, 1—4 einerseits und 5 und 6 andererseits mit den Dornfortsätzen verschmolzen; hier kann man annehmen, daß im höheren Alter die Dornfortsätze der 6 Wirbel zusammengewachsen wären.

Vielleicht ist diese große Variabilität in der Zahl der verschmolzenen Wirbel eine scheinbare, denn es handelt sich möglicherweise um mehrere Arten. So schreibt ESCHRICHT (29), man könne nicht daran zweifeln „that the genus *Orca*, inhabiting all the large seas of the globe, must contain more than one species“. Er unterscheidet „high-finned killers“, bei denen die ersten 3 Wirbel, und „low-finned killers“, bei denen nur Atlas und Epistropheus mit den Körpern verschmolzen sind. Die Verwachsung der Dornfortsätze erstreckt sich bei ersteren auf die Wirbel 1—6, bei letzteren auf 1—3 oder 1—4. Außerdem ist der Schwertwal mit hoher Rückenflosse bedeutend größer. Andere Autoren unterscheiden noch eine ganze Anzahl Arten, eine Frage, die nur durch reicheres Material zu entscheiden ist.

In der Form sind die Halswirbel im allgemeinen denen von *Grampus*, *Pseudorca* u. s. w. ähnlich. Der Atlas hat sehr starke Querfortsätze, ebenso der Epistropheus. Die der folgenden Wirbel sind klein, auch die der 7. V. c. (wie schon oben erwähnt). Die unteren Querfortsätze, die an den letzten Halswirbeln auftreten, sind bei *Orca* größer, als bei *Pseudorca* und *Globiocephalus*, und haben die Form unregelmäßiger Knoten.

Nach der von GERVAIS (7) gegebenen Abbildung ist die Halswirbelsäule nur $\frac{1}{23}$ der Länge der Wirbelsäule und $\frac{1}{27}$ der



Fig. 24. *Orca orca* (MÜLLER) nach GERVAIS. Halswirbel von der Seite. $\frac{1}{5}$.

ganzen Körperlänge; es werden aber wohl auch stärkere Verkürzungen vorkommen.

Orcella brevirostris OWEN. Ueber diese und eine zweite Art (*O. fluminalis*) hat J. ANDERSON (3) eingehend berichtet. Sein typisches Exemplar war 1,915 m lang. Als seine Wirbelformel gibt er an: C 7, D 12—13, L 13—14, S 2, Ca 27—28 = 62—63. Die Halswirbel des Exemplares nehmen mit 88 mm $\frac{1}{22}$ der ganzen Körperlänge und $\frac{1}{18}$ der Länge der Wirbelsäule (1,616 m) ein, sind also sehr wenig verkürzt. Entsprechend gering ist auch die Zahl der verschmolzenen Wirbel bei dieser Art, da nur Atlas und Epistropheus miteinander verwachsen sind; und auch bei ihnen ist die Verschmelzung der Neuralbögen „never complete“. Alle anderen Wirbel sind völlig frei.

Die beiden verschmolzenen Wirbelkörper haben an der Basis eine Länge von 31 mm, alle übrigen zusammen von 57 mm. Der dünnste Wirbel ist der 3. mit 7 mm Länge; die folgenden, die 4., 5. und 6. V. c. nehmen wenig, die 7. V. c. aber bedeutend an Länge zu.

Der Neuralbogen des Atlas ist breit und stark, der des Epistropheus schwach; sie haben einen gemeinsamen starken gegabelten Dornfortsatz, der hinten einen kurzen Längskiel hat. Die Processus transversi des Atlas sind breit, knotig und durch tiefe Einschnitte von den längeren, spitzen des Epistropheus getrennt; bei beiden Wirbeln zeigen sie nach hinten. Die Neuralbögen der 3., 4. und 5. V. c. sind ziemlich hoch, die der 6. und 7. niedriger, aber mehr seitlich ausgedehnt; einige von ihnen sind manchmal oben offen. Die Dornfortsätze sind klein. Die oberen Processus transversi sind bei der 3. V. c. gut entwickelt, etwas nach hinten gerichtet, bei der 4. V. c. kleiner und fehlen bei der 5. V. c. ganz. Bei der 6. V. c. sind sie ganz klein und bei der 7. lang und ragen unter die Fläche der Körper des 4. und 5. Halswirbels. Die unteren Processus transversi sind an den Wirbeln 4, 5 und 6 entwickelt; sie sind bei der 4. V. c. klein und nach vorn gerichtet, bei der 5. V. c. am längsten.

Orcella fluminalis ANDERSON. Diese Art lebt in den Flüssen Indiens und erreicht eine Länge von ca. 2 m. Die Wirbelformel ist nach ANDERSON (3): C 7, D 13, L 16, Ca 26 = 63. Die Länge der Halswirbelsäule bei einem 2,026 m langen Exemplare war 98,5 mm, also $\frac{1}{20}$ der Körperlänge und $\frac{1}{17}$ der Länge der Wirbelsäule (1,72 m). Die Wirbel sind also noch weniger ver-

kürzt, als bei *O. brevirostris*. Verschmolzen sind wieder Atlas und Epistropheus, und zwar mit Körpern und Bögen.

In der Gestalt unterscheiden sich die Halswirbel nur wenig von denen der anderen Art. Die vorderen Gelenkflächen des Atlas stehen schräger zueinander, als bei *O. brevirostris*; unten werden sie durch einen schmaleren Zwischenraum getrennt. Ihre Form ist oval, während sie bei *O. brevirostris* unten schmaler sind als oben. Ferner ist bei *O. fluminalis* der Neuralbogen des Atlas höher und breiter und der gemeinsame Dornfortsatz von Atlas und Epistropheus oben deutlich gegabelt. Außerdem sind die Reste des Zahnfortsatzes besser ausgeprägt.

Von den Gattungen *Feresa* GRAY und *Sagmatias* COPE sind nur Schädel bekannt.

Cephalorhynchus heavisidii GRAY hat nach TRUE (106) die Wirbelformel $C\ 7, D\ 13, L + Ca\ 47 = 67$. Von den Halswirbeln sind immer nur Atlas und Epistropheus miteinander verschmolzen. Die Wirbel 6 und 7 haben obere Querfortsätze, von denen die des letzteren die längeren sind und außerdem denen der Rückenwirbel sehr ähnlich sehen.

Cephalorhynchus albifrons TRUE ist noch sehr wenig bekannt. HUTTON (Trans. New Zealand Inst., Vol. 9, 1877, p. 350) stellt die Halswirbel so dar, als ob sie alle miteinander verschmolzen wären, was aber nach TRUE wahrscheinlich ein Irrtum ist.

Cephalorhynchus hectori (VAN BENEDEN) hat die Wirbelformel $C\ 7, D\ 14, L\ 15, Ca\ 27 = 63$. Im übrigen ist diese Art *C. heavisidii* sehr ähnlich, auch im Bau der Halswirbel.

Cephalorhynchus eutropia (GRAY) ist auf 2 Schädel begründet; das Skelett ist unbekannt.

Lagenorhynchus acutus GRAY. Die Wirbelformel dieser Art, die über 2,5 m lang wird, ist nach TRUE (106) $C\ 7, D\ 15, L\ 19, Ca\ 39 = 80$, nach LÜTKEN (67) $C\ 7, D\ 14-15, L\ 18-22, Ca\ 38-41 = 77-85$. Die ersten 4 Halswirbel sind mit Körpern und Bögen miteinander verschmolzen, alle übrigen völlig frei; bei jüngeren Tieren ist die Zahl der verschmolzenen Wirbel geringer. Der gemeinsame Dornfortsatz der vordersten 4 Wirbel ist hoch und dünn, der gemeinsame Querfortsatz der beiden ersten flach. Der obere Processus transversus des 7. Halswirbels ist wenig entwickelt.

Lagenorhynchus albirostris GRAY ist die zweite gut begründete Art. Ihre Wirbelformel ist nach LÜTKEN (67) $C\ 7, D\ 15-16, L\ 23-24, Ca\ 43-45 = 88-92$, während WEBER (117)

als Gesamtzahl 90—91 angibt: „Niedrigere Zahlen erklären sich leicht durch den Verlust der letzten Schwanzwirbel, die sehr klein sind.“ Diese Art hat somit eine sehr bedeutende Wirbelanzahl.

Von den Halswirbeln sind Atlas und Epistropheus stets sehr fest miteinander verschmolzen, während alle übrigen Wirbel frei sind. Meist verschmelzen bei alten Tieren auch noch die Dornfortsätze der 3. und 4. V. c. mit denen der beiden ersten. Der gemeinsame Querfortsatz des Atlas und Epistropheus ist kurz, massiv und abgerundet. Der obere Querfortsatz der 7. V. c. ist mäßig lang, dem des 1. Rückenwirbels ähnlich.

Lagenorhynchus superciliosus SCHLEGEL hat die Wirbelformel C 7, D 13, L + Ca 53 = 73. Nur Atlas und Epistropheus sind bei dem einzigen bekannten Skelett miteinander verschmolzen. Die oberen Querfortsätze fehlen bei den Wirbeln 3 bis 6 und sind bei der 7. V. c. lang. Die unteren sind nur bei der 5. und 6. V. c. vorhanden; bei ersterem sind sie ziemlich kurz. Die Dornfortsätze der Wirbel 3, 4, 5, 6 und 7 sind sehr klein.

Lagenorhynchus obliquidens GILL hat nach TRUE (106) die Wirbelformel C 7, D 13, L 24, Ca 30 = 74 oder C 7, D 13, L 23, Ca 32 = 75. Bekannt sind außer einer Anzahl von Schädeln nur diese beiden Skelette. Ueber die Form der Halswirbel sagt TRUE nichts.

Von den anderen von TRUE (106) erwähnten Arten *L. electra* GRAY, *L. cruciger* (D'ORBIGNY et GERVAIS) und *L. thicola* GRAY ist vom Skelett nur der Schädel bekannt und beschrieben.

Von *Tursio peronii* (LACÉPÈDE) sind nur Schädel bekannt.

Von *Tursio borealis* (PEALE) (= *Leucorhamphus borealis* DALL) ist außer Schädeln nur ein von DALL gemessenes Exemplar beschrieben, dessen Länge 246,4 cm betrug. Ueber die Halswirbel wird nichts erwähnt.

Von der Gattung *Delphinus* werden eine große Anzahl von Arten angeführt, von denen man aber nur wenige genauer kennt.

Delphinus delphis L., der gemeine Delphin, ist die bekannteste Art. Die Wirbelformel ist nach den neuesten Angaben [TRUE (106) und BEDDARD (5)] C 7, D 14—15, L 21—22, Ca 30—33 = 73—76. Von den Halswirbeln (Fig. 25) sind immer nur Atlas und Epistropheus miteinander verschmolzen, alle übrigen frei und

etwas gegeneinander beweglich. Die ersten beiden Wirbel sind groß, die folgenden 4 ziemlich dünn und der letzte wieder etwas dicker. Der gemeinsame Dornfortsatz von Atlas und Epistropheus ist sehr lang und am Ende gegabelt (47). Die Querfortsätze des Atlas sind mäßig lang, breit und seitlich zusammengedrückt. Obere Querfortsätze fehlen bei den Wirbeln 3—6; bei der 7. V. c. sind sie dünn und ziemlich lang. Die unteren Querfortsätze sind bei allen Wirbeln vorhanden und springen nach DUVERNOY (27) bei der 7. V. c. stark vor. Die Halswirbelsäule ist nach CUVIER (20) $\frac{1}{46}$, nach der von GERVAIS (7) gegebenen Abbildung aber $\frac{1}{35}$ der ganzen Körperlänge und $\frac{1}{28}$ der Länge der Wirbelsäule.

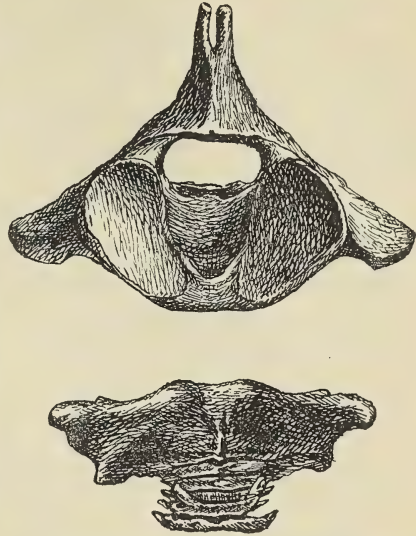


Fig. 25. *Delphinus delphis* L. nach GERVAIS. Halswirbel von vorn ($\frac{2}{5}$) und von oben ($\frac{1}{5}$).

Von den anderen Arten, *D. longirostris* CUVIER, *D. capensis* GRAY und *D. roseiventris* WAGNER, sind fast nur Schädel bekannt.

Ebenso sind die in großer Zahl aufgestellten Arten der Gattung *Prodelphinus* meist nur auf Schädel begründet.

Prodelphinus plagiodon (COPE) hat nach TRUE (106) die Wirbelformel C 7, D 14, L 19, Ca 28—29 = 68—69. Nur Atlas und Epistropheus sind verschmolzen.

Prodelphinus euphrosyne (GRAY) = *P. tethys* (GERVAIS). Die Species hat die Wirbelformel C 7, D 15, L 21, Ca 23 = 76. Die ersten 3 Halswirbel sind miteinander verschmolzen. Der Dornfortsatz des Atlas ist lang und dünn, die Querfortsätze von Atlas und Epistropheus sind gut entwickelt.

Prodelphinus froenatus (F. CUV.) = *P. doris* (GRAY) hat nach TRUE und LÜTKEN (68) die Wirbelformel C 7, D 14, L 16—18, Ca 31—33 = 69—70. Von den Halswirbeln sind nur Atlas und Epistropheus verschmolzen, alle anderen völlig frei. Sie unterscheiden sich nach TRUE nur dadurch von den Wirbeln von *Delphinus*, daß der Processus spinosus des Atlas nicht gegabelt ist

TRUE gibt folgende Maße an:

Größte Breite des Atlas	132 mm
„ Höhe „ „	98 „
„ Breite der 1. V. d.	92 „
„ Höhe „ 1. „ „	84 „

Das von diesem Autor beschriebene Männchen hatte eine Körperlänge von 2,157 m. LÜTKEN erwähnt, daß der Dornfortsatz des Atlas kurz und breit ist.

Prodelphinus attenuatus (GRAY) hat nach LÜTKEN (68) die Wirbelformel C 7, D 15, L 21, Ca 36—38 = 79—81, also wesentlich mehr Wirbel, als die eben erwähnte Art.

Prodelphinus caeruleo-albus (MEYEN) hat die Wirbelformel C 7, D 14, L + Ca 52 + = 73 +.

Von der Gattung *Tursiops* GERVAIS sind nur zwei Arten näher bekannt;

Tursiops tursio (FABRICIUS) ist die am besten beschriebene. Die Wirbelformel ist C 7, D 13, L 17, Ca 27 = 64 (TRUE, 106).

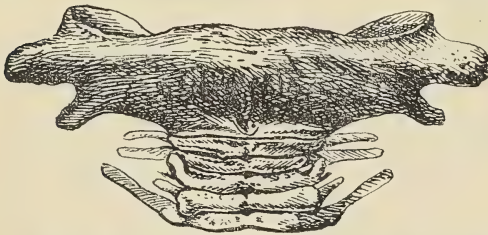


Fig. 26. *Tursiops tursio* (FABR.) nach GERVAIS. Halswirbel von oben. $\frac{1}{3}$.

Von den Halswirbeln (Fig. 26) sind in der Regel nur die beiden ersten miteinander verschmolzen, selten auch der 3. Die Verschmelzung erstreckt sich auf Körper, Neuralbögen, Dornfortsätze und die Basis der Querfortsätze.

LÜTKEN (67) beschreibt sehr eingehend 4 Exemplare, die besonders in der Form und Zahl der oberen und unteren Querfortsätze ziemlich stark variieren, was nur zum Teil die Folge des verschiedenen Alters der Tiere ist.

Der Atlas hat für den ersten Halsnerven bei dem ersten Exemplare von mittlerem Alter einen tiefen, bei den anderen drei verschiedenen Alters einen seichteren Einschnitt. Der Dornfortsatz dieses Wirbels ist entweder kurz, oder lang und nach hinten gebogen. Sein Querfortsatz ist in der Jugend meist kurz und dick, da seine Spitze noch nicht verknöchert ist, im Alter meist länger.

Der Processus transversus des Epistropheus ist in der Jugend kurz, im Alter länger, nach hinten gerichtet und von einem Loch durchbohrt: die beim jungen aus Knorpel bestehende Umgebung

dieses Loches ist hier verknöchert und daher bei der Präparierung erhalten geblieben.

Die Neuralbögen der folgenden Wirbel sind in der Jugend oft oben geöffnet, im Alter meist geschlossen und tragen dann Dornfortsätze von im allgemeinen geringer Höhe. Obere Querfortsätze finden sich meist bei den Wirbeln 3—7, doch variieren sie sehr in Größe und Form und können auch bei verschiedenen Wirbeln fehlen. Bei dem einen Skelett, das LÜTKEN beschreibt, war der obere Querfortsatz des 3. (mitverschmolzenen) Wirbels an der Basis durchbohrt. Den längsten oberen Querfortsatz hat die 7. V. c.; er erreicht oft die Länge des Fortsatzes der 1. V. d., übertrifft ihn sogar manchmal und kann, da er nach vorn gebogen ist, fast den des Atlas erreichen. Untere Querfortsätze treten bei den Wirbeln 3—6 auf, und zwar sind sie bei der 3. V. c. sehr klein, nehmen aber bei jeder folgenden an Länge zu. Meist geht damit eine Aenderung der Ansatzhöhe Hand in Hand, indem sie bei der 3. V. c. sehr hoch, bei den folgenden immer niedriger am Körper ansitzen. Bei den Wirbeln 3, 5 und 6 können sie auch fehlen.

Am Körper der 7. V. c. findet sich jederseits für das Köpfchen der 1. Rippe eine Gelenkfläche, die aber, wie LÜTKEN ausdrücklich hervorhebt, immer über der Stelle liegt, an der sich der Processus transversus inferior befinden müßte; sie tritt also nicht an seine Stelle, hat mit ihm nichts zu tun, was für alle Cetaceen zu gelten scheint.

Die Länge der Halswirbelsäule ist nach der Abbildung bei GERVAIS (7) ca. $\frac{1}{33}$ der ganzen Körperlänge und ca. $\frac{1}{32}$ der Länge der Wirbelsäule.

Tursiops parvimanus LÜTKEN hat C 7, D 13, L + Ca 42 = 62 Wirbel. Seine Halswirbel sind nach LÜTKEN (67) denen von *T. tursio* sehr ähnlich. Verschmolzen sind wieder nur Atlas und Epistropheus; hier ist aber an den Seiten noch deutlich die Verschmelzungsnah zu erkennen. Der Querfortsatz des Atlas ist gut entwickelt, der des Epistropheus nach hinten gerichtet; letzterer zeigt aber bei dieser Art kein Loch. Obere Querfortsätze finden sich bei allen folgenden Wirbeln, doch nehmen sie vom 3. bis 6. an Größe ab; erst der des 7. ist wieder länger, aber immer noch kürzer als der des 1. Rückenwirbels. Untere Querfortsätze (Parapophysen) finden sich bei den Wirbeln 3—5, doch sind nur die der 5. V. c. gut entwickelt. Dornfortsätze fehlen den Halswirbeln fast ganz; der erste gut entwickelte findet sich beim 1. Rückenwirbel.

Tursiops catalania (GRAY) ist nur auf Schädel,
Tursiops gillii DALL auf eine Mandibel begründet.

Tursiops abusalam (RÜPPELL). Die Wirbelformel ist nach RÜPPELL (88) C 7, D 12, L 16, Ca 26 = 61. Das beschriebene erwachsene Weibchen war 1,94 m lang. Von den Halswirbeln sind nur Atlas und Epistropheus miteinander verschmolzen, alle anderen völlig frei.

Von der Gattung *Sotalia* ist durch die eingehende Beschreibung eines alten Tieres durch FLOWER am besten bekannt:

Sotalia sinensis FLOWER (Delph. *sinensis* OSBECK). Die Wirbelformel ist: C 7, D 12, L 10, Ca 22 = 51 (37). Von den

Halswirbeln (Fig. 27) sind, wie meist bei den Delphinen, nur die beiden ersten miteinander verschmolzen; an einer sich an jeder Seite herabziehenden seichten Grube kann man noch die Grenze zwischen den beiden Wirbelkörpern erkennen. Ebenso sind die zwei ersten Neuralbögen verwachsen; sie

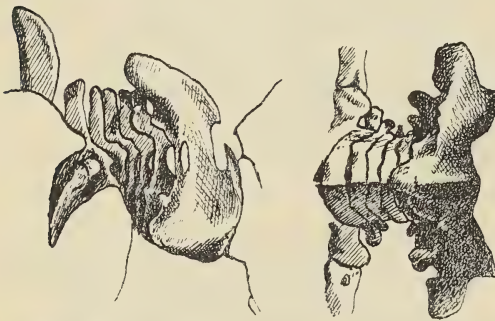


Fig. 27. *Sotalia sinensis* FLOWER nach FLOWER. Halswirbelsäule von der Seite und von oben. $\frac{1}{4}$.

tragen einen gemeinsamen starken, nach hinten gebogenen Dornfortsatz, der an seinem oberen vorderen Rande einen kräftigen Rücken zeigt und dessen Spitze abgerundet ist.

Die Halswirbelsäule ist nach der Abbildung bei FLOWER $\frac{1}{30}$ der Körperlänge und $\frac{1}{23}$ der Länge der Wirbelsäule, also relativ wenig verkürzt.

Die für den ersten Halsnerven bestimmte Einkerbung, die sich jederseits über der vorderen Gelenkfläche des Atlas findet, ist sehr tief und besonders an der linken Seite fast zu einem Kanal geschlossen. Atlas und Epistropheus haben auf jeder Seite einen Processus transversus. Der des Atlas ist lang und stark, am Ende abgerundet und etwas nach unten und hinten gerichtet. Der des Epistropheus ist ein kleines, rauhes, zusammengedrücktes Tuberculum, das etwas nach oben und hinten gerichtet ist und fast in einer Ebene mit dem Fuße des ersten Fortsatzes liegt. Die Dimensionen dieser Wirbel sind bei dem von FLOWER beschriebenen Exemplare:

schmolzen, aber bei dem von LÜTKEN beschriebenen Exemplare auch nur unvollkommen, da die Neuralbögen und die kurzen Dornfortsätze frei waren. Bei der 3. V. c. bilden die Querfortsätze jederseits einen Ring, der bei den folgenden 3 Wirbeln unvollkommen bleibt. Die 7. V. c. hat nur einen oberen Processus transversus, der aber ziemlich lang ist.

Steno perspicillatus PETERS. Bekannt ist nur das eine von PETERS (81) beschriebene Exemplar. Die Wirbelformel ist C 7, D 12, L 15, Ca 32 = 66. Nur Atlas und Epistropheus sind miteinander verwachsen. Die Länge der Halswirbelsäule ist 75 mm, d. h. ca. $\frac{1}{24}$ der Länge der Wirbelsäule (1,795 m) oder ca. $\frac{1}{31}$ der Länge des ganzen Tieres. Weitere Angaben fehlen.

II. Eigene Untersuchungen.

1. Bartenwale.

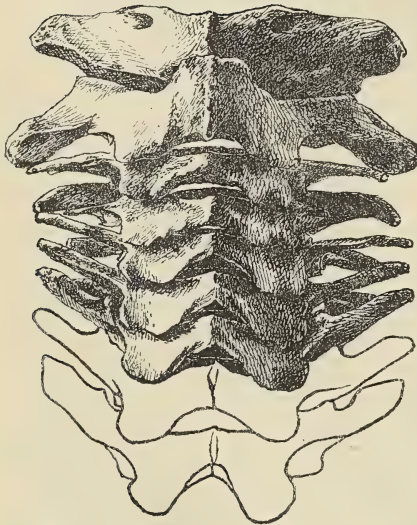


Fig. 28. *Balaenoptera physalus*
L. Halswirbel von oben. Orig.

Balaenoptera physalus (L.), der Finwal. Hier standen zwei Exemplare zur Verfügung, ein Embryo von 0,53 m und ein noch nicht ganz ausgewachsenes Tier von 15,80 m Länge.

1) Bei dem größeren Exemplare ist die Anzahl der Wirbel C 7, D 15, L + Ca 42 = 64. Die Halswirbel (Fig. 28) sind sämtlich frei und ähneln sehr den von VAN BENEDEN (7, Taf. XII und XIII) abgebildeten. Die Hauptmaße der Wirbel sind folgende:

	Atlas	Epistr.	3.	4.	5.	6.	7. V. c.	1. V. d.
Größte Höhe	410	476	367	383	403	420	433	457 mm
„ Breite	598	661	586	598	596	595	610	598 „
„ Länge	101	66	55	57	58	61	71	78 „

Unter „größter Höhe“ wird hier, wie in allen folgenden Tabellen, der in der Mittellinie gemessene Abstand der Unterkante des

Körpers von der Spitze des Dornfortsatzes verstanden, unter „größter Breite“ die Entfernung der Spitzen der Querfortsätze voneinander, und die „größte Länge“ ist an der Basis des Wirbelkörpers gemessen. In der Höhe der Wirbel findet also ein Emporsteigen der Kurve beim Epistropheus, bei der 3. V. c. ein starkes Fallen und von da ab wieder ein allmähliches Steigen bis zu den Rückenwirbeln statt. Analog erreicht der Epistropheus die größte Breite. In der Länge zeigt der Atlas die größte Zahl, sie sinkt bis zu der 3. V. c., um dann wieder zu steigen. Der größte Wirbel ist also der Epistropheus, der kleinste die direkt dahinter liegende 3. V. c.

Da es sich hier um ein jüngeres Tier handelt, sind die Epiphysen bei den meisten Wirbeln noch frei, und zwar bei der 3. bis 7. V. c. und den folgenden beide, beim Epistropheus nur die hintere; sie sind bei den oben angeführten Längenmaßen mit einbegriffen.

Die Verkürzung der Halswirbelsäule ist, wie bei allen Balaenopteriden, relativ gering; bei diesem Exemplare nimmt sie mit 0,541 m von der ganzen Skelettlänge (15,8 m) rund $\frac{1}{29}$, von der Länge der Wirbelsäule $\frac{1}{23}$ ein. Am meisten werden von dieser Verkürzung die mittleren Wirbel betroffen.

Die vorderen Gelenkflächen des Atlas sind sehr umfangreich; ihr größter Durchmesser steht fast vertikal. Ueber ihnen durchbricht jederseits ein Kanal für den Nervus suboccipitalis den Neuralbogen. Die hinteren Gelenkflächen für den Epistropheus sind konvex und gehen unten ineinander über. Auf der oberen hinteren Seite des Körpers findet sich eine kleine Gelenkfläche für den Zahn. Die vordere und die hintere Gelenkfläche des Epistropheus ist konkav. Der Dens besteht aus einem niedrigen Kegel, der sich mit breiter Basis in der Mitte des Körpers erhebt und dessen Gelenkfläche wenig entwickelt ist. Die Neuralbögen sind relativ dünn und umschließen einen mehr breiten als hohen Rückenmarkskanal. Sie senden bei der 3.—7. V. c. nach hinten und vorn, beim Epistropheus nur nach hinten Zygapophysen aus, die aber stark verkürzt sind und wenig ausgebildete Gelenkflächen zeigen.

Der Processus spinosus ist beim Atlas klein, seitlich zusammengedrückt, beim Epistropheus groß und kräftig, mit breiter Basis und starken Rauigkeiten; er ist etwas nach vorn geneigt. Bei der 3. und 4. V. c. ist er sehr klein, während er bei den folgenden allmählich größer wird und wieder eine geringe Neigung

nach vorn zeigt. Zu beiden Seiten der Dornfortsätze treten, besonders beim Epistropheus, der 3. und 4. V. c., aber in geringerem Maße auch bei den folgenden Wirbeln, kleine Fortsätze oder Cristen auf, die nach hinten verlaufen.

Die Processus transversi sind beim Atlas stark, werden nach dem Ende zu dünner und richten sich etwas nach oben. Vom Epistropheus bis zu der 6. V. c. finden sich außer den oberen auch untere Querfortsätze. Die oberen und unteren verschmelzen beim Epistropheus rechts mit ihren Enden, so daß ein Ring entsteht, links nähern sie sich so stark, daß man annehmen kann, eine durch den Macerationsprozeß zerstörte Knorpelspanne habe hier den Ring geschlossen. Die Processus transversi superiores der 3., 4., 5. und 6. V. c. sind lang, schmal, nach unten und vorn gerichtet, und zwar die hinteren mehr als die vorderen. Die Enden der Querfortsätze zeigen übrigens, soweit sie vorhanden sind (einzelne sind abgebrochen), Rauigkeiten, die auf Knorpelansatz und Ringbildung schließen lassen; es würden demnach in höherem Alter auch bei den Wirbeln 2—6 knöcherne Ringe aufgetreten sein. Die Processus transversi inferiores sind bei der 3. V. c. relativ klein, bei der 4. V. c. bedeutend länger und dicker und bei der 5. und 6. V. c. wieder kürzer; sie zeigen eine Biegung nach oben und vorn. Bei der 7. V. c. liegt ungefähr an der Stelle des unteren Querfortsatzes eine kleine rauhe Erhöhung (die 1. Rippe hat kein ausgeprägtes Capitulum). Der obere Processus transversus dieses Wirbels ist vertikal sehr hoch, bandartig und schräg nach vorn gerichtet, Eigenschaften, die in noch höherem Maße die folgenden Rückenwirbel zeigen. Alle Querfortsätze laufen nach einem Punkte hin, der ungefähr zwischen der 4. und 5. V. c. liegt; der Grad dieses Konvergierens erscheint geringer, als bei anderen Exemplaren, weil die knorpeligen Enden der Fortsätze fehlen.

An der oberen Kante der Processus transversi superiores treten bei allen Halswirbeln (außer dem Atlas) kleine Fortsätze auf, die sich nach oben und bei den letzten Wirbeln außerdem noch nach vorn erstrecken; diese Metapophysen nähern sich bei der 5., 6., 7. V. c. und der 1. V. d. immer mehr den Dornfortsätzen und steigen bei den Brust- und Lendenwirbeln an diesen empor, jeden Wirbel mit dem vorhergehenden gabelig verbindend.

Die unteren Querfortsätze zeigen in ähnlicher Weise dicht an ihrer Ansatzstelle bei den Wirbeln 3, 4, 5 und 6 kleine Fortsätze, die nach unten und vorn gerichtet sind.

2. Bei dem Embryo von 0,53 m Länge sind die Maße der Halswirbel folgende:

	Atlas	Epistr.	3.	4.	5.	6.	7. V. c.	1. V. d.
Größte Höhe	17,5	18	15	15	15	15	15,1	15,2 mm
„ Breite	25	38	31	30	31	31	32	33 „
„ Länge	5	3	2	2,2	2,4	2,7	3,1	4 „

Die Wirbel zeigen in allen wesentlichen Punkten dieselben Eigenschaften, wie die des erwachsenen Tieres. Das Ansteigen der Höhenkurve nach hinten ist aber langsamer; so ist die 3. V. c. verhältnismäßig höher und noch nicht so stark reduziert. Aehnlich verhält sich dieser Wirbel bezüglich der Breite, indem er auch hier eine relativ starke Entwicklung zeigt. Die Längen der einzelnen Wirbel verhalten sich bei beiden Exemplaren ziemlich gleich, nur ist ihre Gesamtlänge im Verhältnis zur ganzen Länge des Skelettes beim Embryo eine etwas größere, da sie mit 21 mm ca. $\frac{1}{25}$ derselben beträgt; die charakteristische Verkürzung ist also noch nicht so weit fortgeschritten. Alle Wirbel bestehen übrigens bei diesem Exemplare noch aus Knorpel, ohne eine Spur von Verknöcherung.



Fig. 29. *Balaenoptera physalus* L. Atlas des Embryos von vorn. Orig. $\frac{1}{1}$.

In der Gestalt der einzelnen Halswirbel finden sich beim Embryo folgende Abweichungen: Beim Atlas (Fig. 29) sind die Gelenkflächen für die Hinterhauptscondylen eine Kleinigkeit schräger gestellt; während ihre höchsten Punkte 12 mm voneinander entfernt sind, nähern sie sich unten bis auf 2 mm. Diese schrägere Lage ist wohl nur eine individuelle Abweichung. Der Zahn des Epistropheus hat eine etwas breitere Basis und ist stärker hervorgewölbt, zeigt also noch keine so weit fortgeschrittene Reduktion, wie beim älteren Tiere. Auch hier ist der für den ersten Halsnerven gelassene Raum ein nach vorn geschlossener Kanal oberhalb der vorderen Gelenkflächen des Atlas. Die hinteren Gelenkflächen dieses Wirbels und die vorderen des Epistropheus gehen wie beim älteren Tiere unten ineinander über. Die Neuralbögen liegen horizontaler, wodurch die Höhe des Neuralkanales recht gering wird.

Von oben sehen sich die Halswirbel außerordentlich ähnlich; die Dornfortsätze sind sehr niedrig, auch bei Atlas und Epistropheus. Die Seiten der Neuralbögen haben, da sie etwas verdickt sind (besonders die des Epistropheus), fast dieselbe Höhe,

wie die Spitzen dieser Fortsätze. Die Querfortsätze des Atlas sind sehr kurz und breit. Bei den Wirbeln 2—6 bilden die oberen und unteren Querfortsätze Ringe. Beim Epistropheus ist die dadurch entstehende Oeffnung schmal und vertikal in die Länge gezogen, bei den folgenden breiter. Beim Epistropheus (Fig. 30) zeigt übrigens die Form der Processus transversi einige



Fig. 30. *Balaenoptera physalus*. L. Epistropheus des Embryos von der rechten Seite. Orig. $1\frac{1}{3}$.

Abweichungen, indem diese Fortsätze ober- und unterhalb des von ihnen umschlossenen Loches nach vorn gerichtete konvexe Hervorwölbungen tragen (die untere ist die stärkere) und sich außerdem stärker nach hinten wenden. Die Querfortsätze der Halswirbel konvergieren bei diesem Embryo in ähnlicher Weise wie bei dem oben beschriebenen Skelette; sie streben alle einem Punkte zu, der ungefähr in der Höhe des 5. Wirbels liegt. Die Spitzen berühren sich fast und sind untereinander

durch starke Band- und Muskelmassen verbunden. Von den Metapophysen sind nur ganz geringe Spuren zu sehen und ebenso von den accessorischen Fortsätzen, die sich bei dem oben beschriebenen Skelette an die unteren Querfortsätze ansetzen. Von einem Processus transversus inferior findet sich beim 7. Halswirbel keine Spur.

Die Halsmuskulatur ist außerordentlich stark. Die oberen Schichten, wie *M. splenius capitis*, *M. longissimus dorsi*, *M. transversalis superior*, heften sich mit fast gänzlicher Uebergang der Halswirbel direkt an das Hinterhaupt an, und die tieferen ziehen von den Halswirbeln fast nur die beiden ersten in den Bereich ihrer Wirksamkeit, wodurch die zwischen den Zugpunkten liegenden hinteren Wirbel zusammengepreßt werden müssen.

Die zwischen den Halswirbeln möglichen Bewegungen können nur gering sein; relativ bedeutend ist nur die Bewegung zwischen Schädel und Atlas. Am Embryo angestellte Versuche ergaben als Größe der Nickbewegung aller Wirbel (inkl. Atlanto-occipital-Gelenk) im ganzen 13° ; die Zahl für die Drehbewegung war 4° nach jeder Seite, und eine Seitenbewegung wurde durch die zusammenstoßenden Querfortsätze fast ganz unmöglich gemacht. Hierbei muß man allerdings noch berücksichtigen, daß der Knorpel, aus dem die Wirbel noch bestehen, recht elastisch ist und vermöge

dieser Eigenschaft wohl eine größere Bewegung möglich macht, als sie bei verknöcherten Wirbeln stattfinden kann.

Balaenoptera rostrata (FABR.). Auch hier standen mir 2 Exemplare zur Verfügung, eines von 8,48 m und ein zweites von 4,55 m Länge.

No. 1. Da diese Art nur eine Länge von 10 m erreicht, handelt es sich um ein ausgewachsenes Exemplar, worauf auch der Umstand hinweist, daß die Epiphysen der Wirbel sämtlich verschmolzen sind. Die Wirbelformel dieses Tieres ist C 7, D 11, L 12, Ca 17 + = 47 +; 1—2 Schwanzwirbel fehlen am Skelett. Die Halswirbel sind alle völlig frei; ihre Länge (320 mm) ist ca. $\frac{1}{26}$ der ganzen Körperlänge und ca. $\frac{1}{21}$ der Länge der Wirbelsäule. Die Verkürzung ist also relativ gering. Die wichtigsten Maße sind folgende:

		Atlas	Epistr.	3.	4.	5.	6.	7. V. c.	1. V. d.
Größe	Höhe	192	214	182	175	199	218	200?	231 mm
„	Breite	321	441	393	366	419	394	430	482 „
„	Länge	62	40	32	35	43	42	50	59 „

Die größte Höhe hat wie gewöhnlich der Epistropheus, die kleinste die 3. V. c. Die kleine Zahl für die 7. V. c. erklärt sich dadurch, daß das oberste Stück des Dornfortsatzes fehlt. In der Breite nimmt ebenfalls der Epistropheus mit seinen gewaltigen Querfortsätzen die erste Stelle ein. In der Länge zeigt sich wieder, daß der 3. Halswirbel der am meisten reduzierte ist. Alle folgenden nehmen im allgemeinen an Länge zu, nur die 5. V. c. fällt mit einem abnorm langen Körper aus der Reihe. Beim 1. Rückenwirbel sehen wir bei allen Maßen ein ziemlich plötzliches Ansteigen. Alle Halswirbel haben eine rauhe, scharf markierte Oberfläche, ein Umstand, der auch auf das Alter des Individuums hinweist.

Die Gelenkflächen, die der Atlas vorn für die Condylen trägt, sind ziemlich stark konkav und stehen schräg; während ihre höchsten Punkte 113 mm voneinander entfernt sind, nähern sich die Flächen unten bis auf 6 mm. Für den ersten Halsnerven findet sich am Oberrande der Gelenkflächen ein nach außen und etwas nach unten verlaufender Kanal von elliptischem Querschnitt, der nach vorn durch eine kräftige, 16 mm dicke Wand abgegrenzt ist. Die hinteren Gelenkflächen sind schwach konvex und nähern sich unten bis auf 5 mm. Eine Gelenkfläche für einen Zahnfortsatz ist nicht vorhanden, da sich von diesem nur ein Rest in Gestalt eines flachen, unregelmäßigen Kegels findet. Die vordere Gelenkfläche des Epistropheus ist schwach konkav.

Der Neuralbogen ist beim Atlas hoch gewölbt mit flachen aufsteigenden Teilen, scharfer Vorderkante und kleinem, breitbasigem Dornfortsatze, dessen Knochenbalkchenzüge schräg nach hinten verlaufen, also von dort einen Zug durch Sehnen und Muskeln erlitten. Beim Epistropheus trägt der Neuralbogen vorn jederseits eine knorrige Anschwellung und dazwischen den relativ langen Dornfortsatz, der ebenfalls, wie auch alle folgenden, schräg nach hinten gerichtet ist und in derselben Richtung verlaufende Trajektorien zeigt. Die Dornfortsätze der 3. und 4. V. c. sind sehr klein; der der 4. V. c. ist nur eine niedrige, dünne und scharfe Crista. Diese Fortsätze weichen dadurch von den anderen ab, daß sie (beim Epistropheus ist das nur angedeutet) sich vorn gabeln und in der Gabelung eine Reibungsfläche zeigen, was wohl auf eine Bewegung der Wirbel gegeneinander schließen läßt; diese Bewegung würde ein Auf- und Abwärtbiegen des Halses sein. Bei den folgenden Wirbeln werden die Dornen allmählich höher; sie sind dünn und spitz. Zu beiden Seiten der Dornfortsätze erheben sich, analog den knorrigen Anschwellungen des Epistropheus, bei der 3., 4. und 5. V. c. deutliche Cristen, die, wie die Trajektorien beweisen, einen Zug von hinten auszuhalten hatten. Sie sind übrigens unsymmetrisch entwickelt; bei der 3. und 4. V. c. sind sie auf der linken Seite dicker, kürzer und knorriger. An der 6. und 7. V. c. entsprechen ihnen zipfelige, nach hinten gerichtete Verlängerungen der hinteren Neuralbogenkante.

Die Processus transversi setzen beim Atlas mit breiter Basis in der Mitte der Wirbelhöhe an, verlaufen gerade nach außen und sind am Ende von oben-hinten nach unten-vorn abgeplattet; sie zeigen nach außen keine Spitze, sondern eine lange Kante. Auf der Oberseite tragen sie eine von vorn nach hinten und oben verlaufende Verdickung, die mit einem nach hinten gerichteten kurzen und breiten Zipfel endigt. Die oberen und unteren Querfortsätze der 2.—6. V. c. bilden Ringe für die Vertebralarterien, die beim Epistropheus beiderseitig und bei der 5. und 6. V. c. nur rechts durch knöcherne Verschmelzung der Fortsatzenden gebildet werden, während bei der 3. und 4. V. c. auf beiden Seiten und bei der 5. und 6. V. c. links Knorpel an die Stelle des Knochens tritt. Diese Querfortsätze konvergieren, indem die des 2., 3., 4. und 5. Wirbels nach hinten, die der 7. V. c. und 1. V. d. nach vorn gerichtet sind. Die Oeffnungen der Ringe sind beim Epistropheus lang-oval und ziemlich klein, bei den folgenden Wirbeln größer. Die Querfortsätze des Epistropheus teilen sich

nach Bildung des Ringes am Ende wieder, und jeder endet auf diese Weise in einem stumpfen kurzen Zipfel. Sie sind hinten konkav, und in diese Höhlung schmiegen sich die Querfortsätze der 3. V. c. hinein. Bei der 7. V. c. und 1. V. d. sind nur obere Processus transversi vorhanden, doch zeigen diese an ihrem Ende einen spitzen, nach unten und innen verlaufenden Fortsatz, so daß ein Halbring entsteht, ein Verhalten, das besonders am 1. Brustwirbel sehr merkwürdig ist. Von einer Gelenkfläche ist am letzten Halswirbel nichts zu sehen.

Die unteren Querfortsätze der Wirbel 3, 4, 5 und 6 zeigen an ihrer unteren Kante einen accessorischen, nach unten und hinten verlaufenden Fortsatz, der an der 3. V. c. ungefähr in der Mitte der Unterseite sitzt und bei jedem folgenden immer näher an den Wirbelkörper heranrückt. Ähnliche, nur nach vorn gerichtete Fortsätze finden sich an der Oberkante der Processus transversi superiores bei den Wirbeln 2—7 und den Brustwirbeln; sie sitzen bei der 2.—6. V. c. dicht neben den Zygapophysen und verschmelzen vom 7. Halswirbel an mit diesen. Sie entsprechen den schräg nach vorn und oben gerichteten Metapophysen, die sich an der Basis der Dornen aller Brust- und Lendenwirbel finden.

Die Zygapophysen sind gut entwickelt und zeigen ziemlich ausgeprägte Gelenkflächen; sie treten bei der 3.—7. V. c. vorn und hinten, beim Epistropheus nur hinten auf.

Was die Bewegungsmöglichkeiten betrifft, so ist wohl in der Hauptsache nur eine Nickbewegung möglich, die besonders zwischen Kopf und Atlas, aber auch, wenn auch bedeutend geringer, zwischen den einzelnen Halswirbeln stattfindet (daher Reibungsflächen an der Vorderseite der Dornfortsätze bei der 3. und 4. V. c.). Eine Drehbewegung kann nur höchst gering sein, und eine Seitenbewegung wird fast völlig durch die sich beinahe berührenden und durch Knorpelplatten verbundenen Querfortsätze verhindert, die als Sperrung wirken müssen.

No. 2. Das zweite Exemplar ist noch jung, was sowohl aus der geringen Länge von 4,55 m, als auch daraus hervorgeht, daß die Epiphysen der meisten Wirbel noch frei sind (bei der 3.—7. V. c. beide, beim Epistropheus die hintere). Die Wirbelformel des Skelettes ist: C 7, D 11, L 12, Ca 13 + = 43 +. Am Schwanz fehlen, soweit das aus der Größe und Form der letzten vorhandenen zu erschließen ist, 4—5 Wirbel. Die 7 völlig freien Halswirbel nehmen mit 159 mm Länge ca. $\frac{1}{28}$ der Körperlänge und ca. $\frac{1}{20}$ der Länge der Wirbelsäule ein.

Die Maße der Wirbel sind:

	Atlas	Epistr.	3.	4.	5.	6.	7. V. c.	1. V. d.	
Größte Höhe	150	152	115	119	118	122	125	129	mm
„ Breite	221	269	230	226	237	240?	250?	266	„
„ Länge	29	20	15	16	20	20	23	29	„

Die Breitenmaße der 6. und 7. V. c. sind nicht genau angegeben, da die Querfortsätze der einen Seite abgebrochen sind.

Die Wirbel unterscheiden sich von denen des größeren Exemplares zunächst schon durch die größere Weichheit der Formen: die Fortsätze sind kürzer, die Cristen stumpfer, die Rauigkeiten in geringerem Maße ausgebildet; wir haben es eben mit einem jugendlichen Individuum zu tun. Daher sind auch die Dornfortsätze der hinteren Halswirbel recht klein und ebenso die Metapophysen und die am unteren Rande der unteren Querfortsätze accessorisch auftretenden Fortsätze. Die oben erwähnten, zu beiden Seiten der Dornfortsätze ansitzenden Cristen sind hier nur einigermaßen deutlich am Epistropheus zu erkennen, und zwar machen sie dessen Neuralbogen stark unsymmetrisch, da die linke stärker entwickelt ist. Alle die sekundären Fortsätze scheinen sich erst im höheren Alter in ihrer charakteristischen Form auszubilden.

Ein Unterschied zwischen den beiden Exemplaren findet sich noch an den miteinander artikulierenden Gelenkflächen des Atlas und des Epistropheus; während bei dem älteren Tiere die rechte und linke Gelenkfläche unten durch einen kleinen Zwischenraum getrennt sind, gehen sie hier beim Atlas wie beim Epistropheus unten ineinander über. Die vorderen Gelenkflächen des Atlas haben eine ähnliche Lage wie beim erwachsenen Exemplare; sie zeigen oben einen gegenseitigen Abstand von 80 mm, unten einen solchen von 5 mm.

Die verhältnismäßig wenig nach hinten gebogenen Querfortsätze des Epistropheus sind relativ kurz. Die Bildung des Ringes ist gerade vollendet; links sieht man noch die Naht, welche rechts schon obliteriert ist. Die Ringe der folgenden Wirbel waren, soweit sich bei der schlechten Erhaltung der dünnen Querfortsätze schließen läßt, wohl alle durch Knorpel geschlossen.

2. Zahnwale.

Monodon monoceros L. Von den zwei vorhandenen Exemplaren ist das eine, von 3,46 m Länge, ein Männchen, das andere, von 3,61 m, ein Weibchen.

No. 1. Das Männchen ist noch nicht völlig ausgewachsen, da die Epiphysen der Wirbel noch frei sind. Seine Wirbelformel ist C 7, D 12, L 9, Ca 23 + = 51 +; es fehlen, wie aus der Gestalt und der Größe der letzten Wirbel zu schließen ist, 2—3 Schwanzwirbel. Die Halswirbel sind alle frei; ihre Gesamtlänge ist 137 mm, also ca. $\frac{1}{26}$ der ganzen Körperlänge und $\frac{1}{21}$ der Länge der Wirbelsäule.

Die Maße der einzelnen Wirbel sind:

	Atlas	Epistr.	3.	4.	5.	6.	7. V. c.	1. V. d.	
Größte Höhe	114	130	113	108	109	109	110	125	mm
„ Breite	214	180	105	90	114	143	194	181	„
„ Länge	38	35	12	12,5	13	15	17	30	„

Die größte Höhe zeigt also der Epistropheus, die kleinste der 4. Halswirbel; von der 5. V. c. ab steigt die Kurve dann erst langsam, bei den letzten immer schneller. Die größte Breite hat der Atlas, die kleinste wieder die 4. V. c., die also der am meisten reduzierte Halswirbel ist. Auffallenderweise ist die 7. V. c. breiter als der 1. Rückenwirbel, was an ihren sehr langen oberen Querfortsätzen liegt. Die große Länge des Atlas wird zum Teil durch einen weiter unten näher zu beschreibenden hinteren Fortsatz des Körpers bedingt.

Der Atlas hat für die Hinterhauptscondylen zwei große, stark ausgehöhlte Gelenkflächen, die, sehr schräg zueinander stehend, sich unten sehr nahekommen; ihre obere Kante springt stark nach vorn; über ihnen liegt jederseits eine flache Einkerbung für den ersten Halsnerven. Der Neuralbogen ist hoch gewölbt und von oben nach unten flach zusammengedrückt; den Dornfortsatz vertritt ein kleines unregelmäßiges Tuberculum. An der hinteren oberen Kante entsendet der Neuralbogen links einen kleinen Fortsatz, der sich an den Bogen des Epistropheus anlegt; dieser andererseits hat an der rechten Seite einen ähnlichen, sich an den Bogen des Atlas anschmiegenden Fortsatz. Das scheint darauf hinzudeuten, daß höchstens nur eine ganz geringe Bewegung zwischen Atlas und Epistropheus stattfindet. An die untere hintere Kante des Atlas setzt sich wie erwähnt ein Fortsatz an, der, nach hinten verlaufend, sich an die Unterseite des Epistropheus anlehnt, mit diesem artikulierend. Der Processus transversus des Atlas hat eine breite Basis und endet in 2 Zipfel, von denen der obere sehr kurz und stumpf, der untere bedeutend länger und spitz ist. Der Fortsatz ist nach unten-außen-hinten gerichtet.

Dem Körper des Epistropheus sitzt vorn der Zahn als breit-

basige, niedrige und stumpfe Erhebung mit ganz unregelmäßiger Oberfläche an. Von der Unterseite des Zahnes erstreckt sich bis unter den Körper des Epistropheus eine Gelenkfläche für den hinteren Fortsatz des Atlas. Hinter dieser Fläche zeigt die Körperunterseite eine stark hervorspringende schmale Carina, die in ähnlicher Weise sich bei der 3. V. c. und in viel flacherer Form bei der 4. V. c. vorfindet. Die Gelenkflächen für den Atlas sind groß. Auf dem hohen Neuralbogen sitzt ein kräftiger, spitzer Dornfortsatz, der sich nach hinten umbiegt. Die Processus transversi sind kurz, der obere dünn und spitz, der untere breit und stumpf; sie sind etwas nach hinten gerichtet.

Die Neuralbögen der Wirbel 3—7 sind ebenfalls hoch gewölbt, aber sehr dünn. Die 3. und 4. V. c. zeigen kleine Dornfortsätze, die sich dicht an den des Epistropheus anschmiegen; bei der 5., 6. und 7. V. c. fehlen die Dornen fast ganz.

Zygapophysen treten hinten am Epistropheus und vorn und hinten an allen folgenden Halswirbeln auf.

Die oberen Querfortsätze der Wirbel 3, 4 und 5 sind kurz, spitz und lamellenförmig; sie müssen fast ganz funktionslos sein. Die des 6. Wirbels sind länger, werden aber noch von denen des 7. übertroffen; bei beiden Wirbeln sind sie nach vorn gerichtet.

Die unteren Querfortsätze sind bei der 3. und 4. V. c. klein, bei der 5. aber stark und kolbig verdickt und nach vorn und unten gewendet; bei der 6. V. c. sind sie wieder klein, und bei der 7. V. c. fehlen sie gänzlich. Fast an ihrer Stelle findet sich bei der 7. V. c. eine auf kurzem dickem Stiel sitzende Gelenkfläche für das Köpfchen der 1. Rippe. Wir haben hier wieder den seltenen Fall, der sich auch bei *Inia geoffrensis* findet, daß nicht die Processus transversi inferiores der 6. V. c., sondern die der 5. V. c. die am besten entwickelten sind.

No. 2. Das nur etwas größere Weibchen von 3,61 m Länge hatte schon ein höheres Lebensalter erreicht: seine Wirbelepiphyphen sind schon verschmolzen, die Nähte aber noch deutlich zu erkennen. Die Wirbelformel ist: C 7, D 12, L 9, Ca 25 = 53, stimmt also genau mit der von LILLJEBORG (66) angegebenen überein; Schwanzwirbel scheinen nicht zu fehlen. Die Länge der Halswirbelsäule war geringer, als bei dem kleineren Männchen, nämlich 134 mm, also ca. $\frac{1}{27}$ der ganzen Körperlänge oder $\frac{1}{23}$ der Länge der Wirbelsäule (3,12 m).

Die Halswirbel dieses Exemplares zeigen nun eine besondere

Eigentümlichkeit: sie sind nicht alle frei, sondern die 2. und 3. V. c. mit den Körpern verschmolzen. Das muß ziemlich selten vorkommen, wenigstens habe ich etwas Ähnliches nur bei einem Autor erwähnt gefunden. VROLIK (114) nämlich sagt: „In de geraamten van Delphinus orca, Monodon monoceros en . . . zijn de vier achterste halsverwelen gescheiden, de drie voorste ineen-gesmolten.“ Demnach würde also manchmal auch der Atlas in die Verschmelzung mit einbezogen, worauf wohl auch die enge Verbindung der Neuralbögen der ersten zwei Wirbel bei den beiden hiesigen Skeletten hinzuweisen scheint. Die Verschmelzung der 2. und 3. V. c. ist übrigens am festesten im oberen Teile der Körper; an den Seiten und unten tritt die Naht als wulstartige Verdickung auf; die Grenze der Wirbel ist also deutlich zu erkennen.

Die Maße der Wirbel sind:

	Atlas	Epistr.	3.	4.	5.	6.	7. V. c.	1. V. d.
Größte Höhe	105	144	115	111	110	111	106	117 mm
„ Breite	181	182	93	92	100	132	165	176 „
„ Länge	46	40	11	12	12,5	14,5	17	21 „

Die Höhe des Epistropheus ist hier noch bedeutender, als beim Männchen, weil sein Dornfortsatz sehr viel stärker ist. Merkwürdigerweise übertrifft der Epistropheus den Atlas auch an Breite, während es bei No. 1 gerade umgekehrt ist. Trotzdem die Gesamtlänge der Halswirbelsäule geringer als beim Männchen ist, sind doch die beiden ersten Wirbel länger; sie folgen damit einer Regel, die für alle Cetaceen zu gelten scheint: je kürzer und rudimentärer eine Halswirbelsäule ist, desto relativ stärker sind die beiden ersten Wirbel entwickelt. In die stärkere Verkürzung ist beim weiblichen Skelett auch der erste Dorsalwirbel mithineingezogen; er ist wesentlich kürzer als beim Männchen.

Beim Atlas liegen die Gelenkflächen für die Condylen wieder sehr schräg zueinander; während ihre obersten Punkte 90 mm voneinander entfernt sind, nähern sich die Flächen unten bis auf 16 mm. Der ganz kurze knorrige Dornfortsatz paßt genau in eine Einkerbung der vorderen Kante des Neuralbögen des Epistropheus hinein; die Verbindung dieser beiden Wirbel ist also hier recht fest, eine größere Bewegung ausschließend. Das Weibchen zeigt demnach eine ziemlich feste Verbindung der ersten 3 Wirbel, die beim Männchen frei sind. Vielleicht handelt es sich hier um einen sekundären Geschlechtscharakter; man könnte sich vor-

stellen, daß das Männchen zur Regierung seines Stoßzahnes (der ja dem Weibchen fehlt) eine größere Beweglichkeit des Halses nötig hat.

Im übrigen zeigen die Wirbel so ziemlich dasselbe Aussehen, wie bei No. 1. Wieder finden wir an der Unterseite des Epistropheus die starke Carina, die hier aber auch ebenso stark bei der 3. und 4. V. c. und etwas schwächer bei der 5. und 6. V. c. auftritt. Den längsten und dicksten unteren Querfortsatz hat hier der 6. Halswirbel. Die unteren Querfortsätze der 7. V. c. sind abgebrochen; über ihnen liegt eine schwache Andeutung einer Gelenkfläche für das Köpfchen der 1. Rippe.

Delphinapterus leucas (PALLAS). Die Wirbelformel des Skelettes ist C 7, D 11, L 10, Ca 22 = 50, also normal. Die Länge des ganzen Tieres ist 3,32 m, die der Halswirbelsäule 0,161 m, also ca. $\frac{1}{20}$ der Gesamtlänge und $\frac{1}{17}$ der Länge der Wirbelsäule, d. h. sie zeigt eine geringere Verkürzung als bei *Monodon*. Alle Halswirbel sind frei; ihre Maße sind:

		Atlas	Epistr.	3.	4.	5.	6.	7. V. c.	1. V. d.
Größe	Höhe	105	137	97	100	98	97	99	107 mm
„	Breite	188	154	109	103	98	119	147	158 „
„	Länge	36	45	17	15	16	18	23	32 „

Beim Atlas und Epistropheus sind die Längenzahlen so groß, weil bei ersterem sein hinterer Fortsatz, beim Epistropheus der Zahn mitgerechnet ist. Die geringste Länge hat hier die 4. V. c. (bei *Monodon* die 3. V. c.); bei den folgenden Wirbeln tritt ein immer rascheres Ansteigen der Zahlen ein. Die größte Höhe erreicht seines langen Dornfortsatzes wegen wieder der Epistropheus. Bei der 3.—7. V. c. finden wir nur um geringe Differenzen schwankende Werte, deren Größe von der individuell größeren oder geringeren Höhe ihres Dornrudimentes abhängt. Die größte Breite zeigt der Atlas.

Die Wirbel haben in ihrer Form eine ziemlich große Ähnlichkeit mit denen des Narwales. Die vorderen Gelenkflächen des Atlas sind stark konkav und so schräg gegeneinander gestellt, daß ihre obersten Punkte 78 mm, die unteren inneren Ränder 22 mm voneinander entfernt sind. Wie bei *Monodon* liegen sie auf diese Weise schräg unter dem Wirbelkanal; ihr oberer Rand springt stark nach vorn und grenzt mit einem kleinen Zapfen das ziemlich tiefe, breite Foramen für den ersten Halsnerven ab. Der Neuralbogen ist flach, von oben nach unten zusammengedrückt; die Stelle des Dornfortsatzes bezeichnet eine geringe Rauigkeit.

Der *Processus transversus* zeigt zwei kleine Zipfel, von denen der obere sehr hoch ansitzt und sich nach oben und hinten erstreckt, während der breitere untere nach außen gerichtet ist. Am unteren hinteren Ende des Atlaskörpers findet sich auch hier ein nach hinten verlaufender Fortsatz, der mit dem *Epistropheus* artikuliert. Sein Ende ist mehrzipfelig und hat offenbar zum Ansatz starker Sehnen gedient, die wohl zum *M. longus colli* gehört haben.

Der Zahn des *Epistropheus* ist etwas länger, als beim Narwal; er zeigt eine lange, nach vorn und unten gerichtete Gelenkfläche, die mit dem Fortsatze des Atlas artikuliert. Der Neuralbogen dieses Wirbels ist hoch gewölbt und trägt einen langen, breiten Dornfortsatz, der von einem langen, schmalen, in seiner Längsrichtung liegenden Foramen durchbohrt ist; Neuralbogen und Dorn legen sich stark nach hinten über und bedecken die folgenden 2 Wirbel. Vom *Processus transversus superior* ist als Rest nur ein kleiner, spitzer Fortsatz geblieben. Der *Processus transversus inferior* ist ebenfalls kurz, aber breiter und etwas nach hinten geneigt.

Die Neuralbögen der Wirbel 3—7 sind dünn und tragen nur kleine Reste von Dornen; die der 4. und 7. V. c. sind noch am höchsten. *Zygapophysen* finden sich, wie gewöhnlich, hinten am *Epistropheus* und vorn und hinten an allen folgenden Wirbeln; ihre Gelenkflächen liegen fast horizontal, was auf eine ziemlich beschränkte Biegungsfähigkeit des Halses in der Richtung von oben nach unten schließen läßt. Die *Processus transversales superiores* sind bei den Wirbeln 3—5 kurz und spitz und nach unten (bei der 5. V. c. etwas nach vorn) gebogen. Die der 6. und 7. V. c. sind länger und dicker (besonders bei der 7.) und nach unten — vorn gerichtet. Die *Processus transversales inferiores* sind bei der 3. und 4. V. c. klein und etwas nach oben gerichtet; bei der 5. V. c. erreichen sie auch hier, wie bei dem einen Exemplar von *Monodon*, ihre stärkste Entwicklung; sie sind ziemlich lang und am Ende knotig verdickt. Bei der 6. V. c. sind sie kürzer, der linke ist ebenfalls knotig, der rechte dünner und kleiner. Bei der 7. V. c. treten sie als kleine spitze Fortsätze an der unteren äußeren Kante des Körpers auf, und schräg über ihnen liegt jederseits völlig getrennt die Gelenkfläche für das Köpfchen der 1. Rippe. Hier zeigt es sich wieder einmal deutlich, daß die beim letzten Halswirbel bei den Walen so oft sich findenden Gelenkflächen mit dem *Processus transversus inferior* nichts zu tun haben.

Die Bewegungsmöglichkeit der Wirbel scheint etwas größer zu sein, als bei *Monodon*, besonders zwischen Atlas und *Epistro-*

pheus; denn hier ist von einer Verzahnung ihrer Neuralbögen, wie sie bei beiden Exemplaren von *Monodon* vorhanden, keine Spur zu finden; im Gegenteile sind die beiden Neuralbögen recht weit voneinander entfernt.

Phocaena communis LESSON. Hier standen mir drei Skelette und ein frisch getötetes Männchen zur Verfügung.

No. 1. Skelett von 1,482 m Länge. Die Wirbelformel ist C 7, D 12, L + Ca 45 + = 64 +. Die Halswirbelsäule ist 38 mm lang, also ca. $\frac{1}{39}$ der ganzen Skelettlänge und $\frac{1}{32}$ der Länge der Wirbelsäule; die Verkürzung ist demnach ziemlich bedeutend. Verschmolzen sind die Wirbel 1—5 mit den Körpern und 1—4 außerdem noch mit den Neuralbögen und Dornfortsätzen. Die Maße sind:

	Atlas	Epistr.	3.	4.	5.	6.	7. V. c.	1. V. d.
Größte Höhe	57				47	45	59	72 mm
„ Breite	108	83	37	33	34	38	74	64 „
„ Länge	27					4	4,5	9 „

Am meisten reduziert sind, wie gewöhnlich, die mittleren Wirbel. Die große Breite des letzten Halswirbels wird durch sehr lange obere Querfortsätze verursacht. Der bei weitem am besten entwickelte Wirbel ist der Atlas. Die Verschmelzung der ersten 4 Wirbel geht so weit, daß man die Grenzen der einzelnen nur an den seitlichen Oeffnungen für den Durchtritt der Halsnerven erkennen kann. Die aus der Verschmelzung hervorgegangene Masse ist vorn (Atlas) sehr breit, nimmt aber nach hinten rapid an Breite ab.

Die untere Profillinie sowie die längs der Basis des *Canalis vertebralis* gezogenen Linien laufen beide in einem sanften Bogen schräg nach vorn und unten, d. h. also die Wirbelkörper senken sich, wodurch der Kopf tiefer zu liegen kommt und sich besser der Spindelgestalt des ganzen Körpers anpaßt. Diese Senkung ist bei allen *Odontoceten* zu beobachten, nur ist sie bei den Formen, die eine starke Verkürzung der Halswirbelsäule zeigen, auf eine kurze Strecke zusammengedrängt, daher steiler und mehr in die Augen fallend.

Die Gelenkflächen des Atlas für die Condylen des Hinterhauptes sind stark konkav und stehen schräg seitlich und unterhalb des Neuralkanales; ihr oberer Abstand ist 66 mm, ihr unterer 8 mm. Ueber dieser Fläche liegt jederseits eine offene Grube für den Austritt des ersten Halsnerven, die nach vorn durch den

scharf vorspringenden oberen Rand der Gelenkfläche begrenzt wird. Der Processus transversus des Atlas entspringt mit breiter Basis in halber Höhe des Wirbels; er ist sehr stark und lang, mit vorn abgeschrägtem stumpfen und rauhen Ende. Die ganze Oberfläche, besonders der Hinterrand ist mit Rauigkeiten bedeckt; hier müssen also eine ganze Anzahl Muskeln sich angesetzt haben.

Bis zur halben Länge ist mit ihm der Processus transversus des Epistropheus verschmolzen, der sich dann aber trennt und als Crista, deren größte Ausdehnung vertikal liegt, schräg nach hinten verläuft. Bei den Wirbeln 3 und 4 sitzen an den nur aus dünnen, zerbrechlichen Plättchen bestehenden Seitenteilen der Neuralbögen ganz kurze, dünne Lamellen, die Reste der oberen Querfortsätze; bei der 5. und 6. V. c. sind sie etwas stärker und erreichen eine Länge von 3—4 mm. Die 7. V. c. dagegen hat lange, ziemlich schmale und sich am Ende verbreiternde Querfortsätze (von denen der linke der längere ist), die schräg nach vorn gerichtet sind und den Fortsätzen des Epistropheus sehr nahekommen (links bis auf 2 mm).

Processus transversi inferiores treten bei den Wirbeln 3, 4, 5 und 6 auf; sie sind bei der 3. und 4. V. c. sehr klein, bei der 5. und besonders bei der 6. größer und nach vorn und unten gerichtet. Sie verschmelzen an den Spitzen miteinander, während sie an der Basis frei bleiben. Bei der 7. V. c. fehlt ein solcher unterer Querfortsatz; oberhalb der Stelle, an der er sitzen müßte, findet sich eine Gelenkfläche für das Köpfchen der 1. Rippe.

Der gemeinschaftliche Dornfortsatz der ersten 4 Wirbel ist dachartig und legt sich schräg nach hinten. Vorn ist er sehr niedrig (er entsendet dort eine kleine Spitze nach vorn), nimmt aber nach hinten bedeutend an Höhe zu. Die Processus spinosi der 5. und 6. V. c. sind sehr klein und schmiegen sich dicht an den vordersten, der hinten etwas ausgehöhlt ist, an. Der Processus spinosus der 7. V. c. ist der größte; er erreicht eine Höhe von 17 mm, ist schlank und spitz und etwas nach hinten gekrümmt.

An der Unterseite der Halswirbel finden sich verschiedene kurze, unregelmäßige Fortsätze, die bei der 6. und 7. V. c. nur aus kleinen, in der Mittellinie liegenden Tuberkeln bestehen. An den vereinigten Körpern der Wirbel 1—5 aber findet sich ein in der Mittellinie liegender, am Atlas beginnender und nach hinten verlaufender Kiel, der vorn ganz flach ist, nach hinten zu aber immer schärfer hervortritt; sein Ende liegt am Körper der 5. V. c. Zu

beiden Seiten dieses Gebildes liegen außerdem je 3—4 mehrzipfelige, ebenfalls nach hinten gerichtete Leisten.

Die Zygapophysen der ersten 4 Wirbel sind mit in die Gesamtmasse verschmolzen und nicht mehr zu unterscheiden. Bei den folgenden sind die vorderen und hinteren zu einer Platte zusammengelassen, die fast wagerecht liegt und bei der 5. V. c. sehr dünn, bei den folgenden etwas stärker ist.

Die Foramina für die Halsnerven nehmen kaudalwärts immer mehr an Breite ab und an Länge zu, so daß das Foramen zwischen Atlas und Epistropheus das kürzeste und breiteste, das zwischen der 6. und 7. V. c. gelegene dagegen das schmalste und längste ist.

No. 2. Ein Skelett eines jüngeren Tieres von 1,245 m Länge. Die Wirbelformel ist C 7, D 12, L + Ca 46 = 65. Die Verschmelzung der Halswirbel (Fig. 31) ist etwas anders, indem die 1.—6. V. c. mit den Körpern und die 1.—3. einerseits und die 4.—6. andererseits mit den Dornen verschmolzen sind, während nur die 7. V. c. ganz frei bleibt. Die Länge der Halswirbel ist zusammen 31 mm, also ca. $\frac{1}{40}$ der ganzen Körperlänge und $\frac{1}{32}$ der Länge der Wirbelsäule, demnach genau so gering, wie beim ersten Exemplar. Die Maße der Wirbel sind:

	Atlas	Epistr.	3.	4.	5.	6.	7. V. c.	1. V. d.
Größte Höhe	55		48				49	62 mm
„ Breite	100	67	31	25	24	27	34	56 „
„ Länge	24						5	9 „

Auch hier sind also die mittelsten Wirbel am meisten reduziert. Da es ein jüngeres Tier ist (die Epiphysen der meisten Rumpfwirbel sind noch frei), kann man annehmen, daß im höheren Alter die Dornfortsätze der ersten 6 Wirbel zu einer Masse verschmolzen wären.

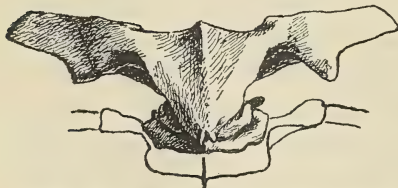


Fig. 31. *Phocaena communis*, jüngeres Tier. Halswirbel von oben. Orig. $\frac{1}{2}$.

Der gemeinsame Processus spinosus der ersten 3 Wirbel ist lang und legt sich ganz flach nach hinten; seine Spitze ist gegabelt. Der der folgenden 3 Wirbel schmiegt sich so dicht in seine ausgehöhlte Rückwand hinein, daß man zunächst an eine Verschmelzung glaubt, die sicher im höheren Lebensalter auch eingetreten wäre.

Die Processus transversi inferiores sind noch kleiner, als bei No. 1, und die Processus transversi superiores der 7. V. c., die

beim ersten Exemplare so besonders stark entwickelt waren, fehlen hier fast ganz (siehe Abbildung); der auf der linken Seite ist der längere.

Die Gelenkflächen des Atlas stehen weniger schräg gegeneinander; ihre obersten Punkte haben einen Abstand von 38 mm, ihre unteren innersten einen solchen von 16 mm. Der Zahnfortsatz des Epistropheus fehlt bei beiden Exemplaren.

No. 3. Ein junges Tier von nur 0,87 m Länge. Die leider nicht unverletzt erhaltene Halswirbelsäule ist 22 mm lang, also ca. $\frac{1}{3,9}$ der ganzen Skelettlänge und $\frac{1}{3,1}$ der Länge der Wirbelsäule.

Der weitaus größte Wirbel ist wieder der Atlas. Seine vorderen Gelenkflächen bestehen noch aus Knorpel.

Während die Verkürzung der Wirbel bereits fast denselben Grad erreicht hat wie beim Erwachsenen, ist die Verschmelzung noch nicht so weit fortgeschritten. Mit den Körpern sind die ersten 3 (Nähte noch sichtbar), mit den Neuralbögen und Dornen die ersten 2 Wirbel verschmolzen. Die Neuralbögen der Wirbel 3, 4 und 5 fehlen, sind abgebrochen; sie mögen vielleicht untereinander zusammengehangen haben, waren aber nicht mit dem des Epistropheus verwachsen. Völlig frei sind die beiden letzten Halswirbel. Der gemeinschaftliche Dornfortsatz des Atlas und Epistropheus ist breit, flach und schräg nach hinten gerichtet; sein Ende ist stark gegabelt. Der Processus transversus des Atlas fehlt noch fast ganz, da seine knorpelige Spitze bei der Maceration verloren gegangen ist; der des Epistropheus ist mit ihm nicht verschmolzen. Die 6. V. c. zeigt nur ganz kurze obere Querfortsätze und nur Andeutungen von unteren. Die oberen der 7. V. c. sind bedeutend stärker und länger, aber noch wenig nach vorn gerichtet. Diese beiden letzten Wirbel besitzen kurze Dornfortsätze. Die Maße der Wirbel sind:

	Atlas	Epistr.	3.	4.	5.	6.	7. V. c.	1. V. d.
Größte Höhe	55		—	—	—	42	43	45 mm
„ Breite	71	48	—	—	—	36	50	49 „
„ Länge	11			1	1,5	3	4	6 „

Die Wirbelformel des Skelettes ist C 7, D 12, L + Ca 45 = 64.

No. 4. Das 130 cm lange, frisch getötete Exemplar diente besonders zur Untersuchung der Muskulatur, speziell derjenigen, die sich mit den Halswirbeln verbindet.

Alle wichtigen Muskeln heften sich unter Uebergang der

hinteren Halswirbel fast allein an den Atlas an. Sein Neuralbogen empfängt in seiner Mitte Fascikel des *M. longissimus dorsi* und seitlich solche des *M. transversarius superior* und des *M. sacrolumbalis*, dreier Muskeln, die sich vom Hinterkörper bis zum Schädel erstrecken. Ferner empfängt hier der unter dem *M. longissimus dorsi* liegende *M. semispinalis*, der offenbar den *M. rectus capitis* in sich aufgenommen hat, neue Fascikel und geht dann zum Hinter Schädel. Von kürzeren Muskeln finden am Neuralbogen des Atlas der *M. spinalis dorsi* und der *M. multifidus spinae* ihr Ende.

Der stark entwickelte *Processus transversus* des Atlas dient als Anheftungspunkt für den wichtigen *M. levator anguli scapulae* und den zur 1. Rippe sich erstreckenden *M. scalenus posticus*.

An den unteren Bogen des Atlas setzen sich, vom Hinterhaupte kommend, mit wenig Fascikeln der *M. rectus capitis anticus major*, fast an seinem ganzen Vorderrande der *M. rectus capitis anticus minor* und an den in der Mitte liegenden Rauigkeiten der *M. longus colli* an, der einzige größere Muskel, der auch an die hinteren Halswirbel Fascikel entsendet, die sich an den Rauigkeiten der Unterseite der Wirbelkörper ansetzen.

Das Charakteristische der Halsmuskulatur von *Phocaena* ist also die fast völlige Vernachlässigung der hinteren Halswirbel und eine Unterdrückung der kleineren Muskeln durch die gewaltig entwickelte Längsmuskulatur. Die kleinen lokalen Muskeln hätten ja auch gar keinen Zweck, da eine Bewegung der Halswirbel gegeneinander ihrer Verschmelzung wegen doch nicht möglich ist.

Globiocephalus melas (TRAILL). Das Skelett hat 3,725 m Länge. Es ist ein noch nicht völlig erwachsenes Tier, da die Epiphysen der Wirbel meist noch nicht vollständig verschmolzen sind. Die Wirbelformel ist C 7, D 10, L 14, Ca. 28 = 59.

Die Halswirbelsäule ist stark verkürzt, da sie mit 89 mm Länge nur $\frac{1}{4.2}$ der ganzen Skelettlänge und $\frac{1}{3.5}$ der Länge der Wirbelsäule einnimmt.

Die Verschmelzung der Wirbel ist sehr unregelmäßig und stark unsymmetrisch. Die ersten 5 Halswirbel sind mit den Körpern fest, die 6. V. c. etwas loser verwachsen; die 7. V. c. ist ganz frei. Die 1. und 2. V. c. sind außerdem noch mit den Neuralbögen und Dornfortsätzen vereinigt, doch noch unvollkommen, da zwischen den Neuralbögen noch einige Spalten auf-

treten. Der Neuralbogen der 3. V. c. ist oben offen; seine rechte Hälfte ist mit dem Bogen des Epistropheus, seine linke teilweise mit dem der 4. V. c. verschmolzen. Von den folgenden Wirbeln sind rechts die Bögen der 5. und 6. V. c., links die der 4. und 5. V. c. verwachsen, während der der 4. V. c. rechts frei bleibt und der der 6. links nur mit seiner Zygapophyse mit dem der 5. zusammenhängt. Diese ganze Anordnung läßt darauf schließen, daß bei dem Tiere im höheren Alter wohl die ersten 6 Halswirbel auch mit den Neuralbögen vollständig verwachsen wären. Die Maße der Wirbel sind:

		Atlas	Epistr.	3.	4.	5.	6.	7. V. c.	1. V. d.
Größte	Höhe	161		—	114		123	110	143 mm
"	Breite	250	172	122	95	91	97	141	177 "
"	Länge	67					7	12	24 "

Bei weitem am stärksten ist also der besonders in die Breite entwickelte Atlas. Die Breiten der 3.—7. V. c. sind ziemlich gleich gering; die Zahlen variieren nur etwas wegen der verschiedenen Länge der Querfortsätze. Die Länge nimmt bei den hintersten Wirbeln schnell zu.

Der Atlas trägt vorn 2 mächtige, stark konkave Gelenkflächen für die Condylen des Hinterhauptes; sie stehen sehr schräg zueinander, da die obersten Punkte 94 mm, die unteren innersten aber nur 16 mm voneinander entfernt sind, und kommen dadurch seitlich unter den Neuralkanal zu liegen. Der Neuralbogen ist ziemlich flach; sein mit dem des Epistropheus verschmolzener Dorn ist relativ dünn (mit etwas verdicktem Ende) und schräg nach hinten gerichtet. Die in halber Höhe des Wirbels ansitzenden Processus transversi sind stark, spitz zulaufend und gerade nach außen gerichtet. Die des Epistropheus sind nur an der Basis mit denen des Atlas verwachsen, dann durch eine tiefe Rinne von ihnen getrennt; sie sind spitz und schräg nach hinten gerichtet.

Die Processus transversi der folgenden Wirbel 3—6 sind dünne, zerbrechliche, vertikal stehende Platten, die nur wenig nach der mittelsten hin konvergieren. Bei der 7. V. c. sind sie etwas dicker, bedeutend länger und schräg nach vorn gerichtet. Die Processus transversi inferiores treten beim 5., 6. und 7. Wirbel auf und bestehen aus kielartigen Hervorragungen. Bei der 7. V. c. liegt über ihnen die Gelenkfläche für das Rippenköpfchen. Ein Dornfortsatz tritt außer bei den 2 ersten Wirbeln nur noch bei der 6. V. c. auf.

Die Unterseite der 3 vordersten verschmolzenen Körper zeigt einen medianen, breiten, zipfeligen, nach hinten gerichteten Fortsatz, gewissermaßen eine Vergrößerung der bei *Phocaena* beobachteten Carina, ein Fortsatz, der in seiner Gestalt stark an den unteren hinteren Atlasfortsatz erinnert, der bei *Delphinapterus*, *Monodon* und den *Platanistiden* auftritt. Zu beiden Seiten von ihm liegen starke Rauigkeiten, welche ebenfalls nach hinten kleine Zipfel aussenden; es sind die Ansatzpunkte des *M. longus colli*. Die Bewegung der Halswirbel kann nicht bedeutend sein.

Tursiops tursio (FABR.). Das Breslauer Museum ist im Besitze von 2 Skeletten.

No. 1 ist ein älteres Tier, doch sind die Nähte der Wirbel-epiphysen noch sehr deutlich zu erkennen. Seine Länge ist 2,81 m. Die Halswirbelsäule mißt 78 mm, ist also ca. $\frac{1}{33}$ der ganzen Körperlänge und $\frac{1}{29}$ der Länge der Wirbelsäule, demnach relativ wenig verkürzt. Dementsprechend sind auch nur sehr wenig Wirbel, nämlich Atlas und Epistropheus, miteinander verwachsen, die anderen völlig frei; auch erstreckt sich die Verschmelzung bei diesem Exemplare nur auf die Körper dieser 2 Wirbel, während die Neuralbögen frei bleiben. Die Maße der Wirbel sind:

		Atlas	Epistr.	3.	4.	5.	6.	7. V. c.	1. V. d.	
Größte	Höhe	115	87	83	80	82	78	90	108	mm
„	Breite	176	107	67	66	64	63	119	139	„
„	Länge	37		7	8	8	10	8	18	„

Am stärksten ist wieder der Atlas entwickelt; sein Körper und der mit ihm verschmolzene des Epistropheus nehmen zusammen fast die Hälfte der Länge der ganzen Halswirbelsäule ein. Bezüglich des für die 7. V. c. angegebenen Längenmaßes ist zu erwähnen, daß dieser Wirbel gerade in der Mittellinie seiner Basis am kürzesten, an den Seiten beinahe doppelt so lang ist. Die regellos schwankenden Zahlen für die Höhen der Wirbel 3—6 hängen von der wohl individuell sehr verschiedenen Höhe der rudimentären Dornfortsätze ab, ebenso die Breitenzahlen von der nach hinten zu abnehmenden Länge der sehr kurzen Querfortsätze.

Der Atlas trägt vorn zwei große konkave Gelenkflächen für die Hinterhauptscondylen, die sehr schräg (ihre obersten Punkte sind 69 mm voneinander entfernt, während sich die Flächen unten bis auf 10 mm nähern) und so tief liegen, daß ihre oberen Ränder nur wenig über die untere Begrenzungslinie des Neuralkanales hervorragen. Diese Ränder springen ziemlich stark hervor, wo-

durch über ihnen eine Grube für den ersten Halsnerven entsteht. Der Neuralbogen mit seinem ziemlich schwachen, an der Spitze etwas gegabelten Dornfortsatze lehnt sich stark nach hinten und überdeckt die folgenden 2 Wirbel. Die Processus transversi sind stark, aber ziemlich kurz.

Der Neuralbogen des Epistropheus ist unverschmolzen und oben offen; er lehnt sich dicht an den des Atlas an. Die Processus transversi sind kurz, nach hinten gerichtet und seitlich zusammengedrückt. Von einem Zahnfortsatze ist keine Spur zu entdecken.

Die folgenden Wirbel 3—6 sind einander sehr ähnlich; ihre Neuralbögen sind dünn, legen sich nach hinten über und entbehren fast völlig der Dornfortsätze. Die vorderen und hinteren Zygapophysen jeder dieser Wirbel sind zu einer schräg nach oben-hintenaußen gestellten Platte geworden. Die oberen Querfortsätze sind kurz, dünn und spitz; sie nehmen bei den hinteren Wirbeln an Länge ab. Die unteren sind bei der 3. und 4. V. c. kurz und etwas nach oben und vorn gerichtet, bei der 5. V. c. etwas länger und am Ende knotig verdickt; bei der 6. und 7. V. c. fehlen sie ganz. Oberhalb der Stelle, an der sie sitzen müßten, findet sich bei der 7. V. c., wie gewöhnlich bei den Cetaceen, eine Gelenkfläche für das Rippenköpfchen. Der Processus transversus superior des letzten Halswirbels ist bedeutend länger als sein Vorgänger, aber nur wenig nach vorn gerichtet; er lehnt sich eng an den des 1. Rückenwirbels an.

An der Unterseite der vereinigten Körper der 2 vordersten Wirbel finden sich in der Mittellinie eine ganze Reihe von Rauigkeiten und nach hinten gerichteten kleinen Zipfeln, die wohl zum Ansatz des *M. longus colli* gedient haben.

Zwischen Kopf und Atlas ist die Bewegungsmöglichkeit wahrscheinlich relativ groß, zwischen den einzelnen Wirbeln aber klein; es kann sich da nur um eine ganz geringe Nick- und Drehbewegung handeln. Eine seitliche Bewegung wird wohl bei der eigentümlichen Stellung der Zygapophysen fast unmöglich sein.

Die Wirbelformel dieses Exemplares ist: C 7, D 13, L 17, Ca 28 = 65.

No. 2 ist ein Skelett von 2,21 m Länge; es handelt sich hier um ein jüngeres Tier, da die meisten Epiphysen noch frei sind, unter anderem auch beim 3.—7. Halswirbel. Die Wirbelformel des Tieres ist C 7, D 13, L 16, Ca 27 = 63. Die Halswirbel haben eine Länge von 66 mm, sind also ebenfalls ca. $\frac{1}{3}$ der ganzen

Körperlänge und $\frac{1}{26}$ der Länge der Wirbelsäule. Verschmolzen sind nur Atlas und Epistropheus, aber nicht nur mit den Körpern, sondern auch mit den Dornfortsätzen. Die Neuralbögen sind zwar noch frei, man muß aber annehmen, daß sie im höheren Alter auch verschmolzen wären. Die Maße der Wirbel sind:

		Atlas	Epistr.	3.	4.	5.	6.	7. V. c.	1. V. d.
Größte	Höhe	105		79	85	87	86	92	100 mm
„	Breite	160	112	70	69	67	67	88	106 „
„	Länge	38		4	4	5	6	8	16 „

Auch hier sehen wir, wie die Länge der rudimentären oberen Querfortsätze und damit die Wirbelbreite bei den Wirbeln 3—6 immer mehr abnimmt. Die Wirbel sind, da es sich um ein jüngeres Tier handelt, weicher in der Form, als beim größeren Exemplare, was besonders beim Atlas zum Ausdruck kommt. Die vorderen Gelenkflächen dieses Wirbels sind auch noch nicht so stark konkav, auch ist ihre Stellung nicht ganz so schräg, wie bei No. 1; ihre höchsten Punkte sind 67 mm, ihre unteren innersten 11 mm voneinander entfernt. Die Processus transversi des Atlas sind noch kleiner und schwächer. Der gemeinsame Dornfortsatz der ersten beiden Wirbel ist weniger schräg nach hinten gebogen, ziemlich lang und oben stark gegabelt. Vom Epistropheus ist der Neuralbogen und der obere Teil der Querfortsätze frei, der untere verschmolzen. Zygapophysen treten hinten am Epistropheus und vorn und hinten bei allen folgenden Halswirbeln auf; sie haben dieselbe oben beschriebene schräge Stellung. Die Processus transversi superiores der Wirbel 3—6 sind relativ länger, als die des älteren Tieres, und etwas nach unten gekrümmt. Ebenso sind die Processus transversi inferiores stärker, sie finden sich beim 3. Wirbel nur auf der rechten Seite, beim 4. und 5. beiderseits, sind am Ende dick und nach vorn und oben gerichtet; die der 5. V. c. sind die längsten. Ganz fehlen sie bei der 6. und 7. V. c.; bei letzterer tritt wieder die Gelenkfläche für das Rippenköpfchen auf. Die Processus transversi superiores der 7. V. c. sind relativ kürzer, die Dornfortsätze der 5 hinteren Wirbel relativ länger, als bei dem größeren Exemplar.

Lagenorhynchus acutus GRAY. Das Skelett hat eine Länge von 2,36 m. Die Wirbelformel ist C 7, D 14, L + Ca 58 + = 79 +. Da aber wahrscheinlich 2 Schwanzwirbel fehlen, würde die Wirbelzahl 81 betragen. Die Epiphysen aller Wirbel sind völlig verschmolzen, das Tier muß also wohl erwachsen sein.

Die Halswirbelsäule ist 58 mm lang, d. h. $\frac{1}{41}$ der ganzen Skelettlänge und $\frac{1}{33.5}$ der Länge der Wirbelsäule, also ziemlich stark verkürzt. Die Zahl der verschmolzenen Wirbel ist entsprechend größer, als bei Tursiops; es sind 1—3 mit den Körpern und 1—4 mit den Neuralbögen und Dornfortsätzen verwachsen. Die Maße der Wirbel sind:

	Atlas	Epistr.	3.	4.	5.	6.	7. V. c.	1. V. d.
Größte Höhe	110				81	78	82	101 mm
„ Breite	146	126	49	49	54	49	55	121 „
„ Länge	35			3	5	6	7	11 „

Die 3 vordersten miteinander verschmolzenen Wirbel nehmen also mehr als die Hälfte der Länge der ganzen Halswirbelsäule ein. Die folgenden, 4—7, sind sehr dünn und einander ähnlich; sie nehmen nach hinten nur langsam an Länge zu. Die größte Breite zeigt wieder der Atlas, doch kommt ihm der Epistropheus in dieser Beziehung recht nahe.

Der Atlas trägt vorn 2 große, stark konkave Gelenkflächen, die sehr schräg zueinander stehen; während ihre obersten Punkte 50 mm voneinander entfernt sind, nähern sie sich unten bis auf 5 mm. Der obere Rand der Fläche springt stark hervor und begrenzt so eine für den ersten Halsnerven bestimmte tiefe Grube, die durch einen vom Neuralbogen nach vorn entsandten kleinen Fortsatz noch mehr abgeschlossen wird; man gewinnt den Eindruck, als ob die Grube durch Knorpel zu einem Kanal geschlossen gewesen wäre. Der Querfortsatz des Atlas ist ziemlich lang, von oben nach unten zusammengedrückt, am Ende verdickt und nach außen und oben gerichtet. Der des Epistropheus ist nicht viel kürzer, fast bis zum Ende mit dem des Atlas verschmolzen, zugespitzt und nach hinten gerichtet. Der gemeinsame Dorn der ersten 4 Wirbel, an dem übrigens noch durch schwache Furchen die Grenzen der letzten 2 Dornen angezeigt werden, beginnt am Atlas als scharfer Kiel, wird dann dicker und lehnt sich stark nach hinten; seine Spitze liegt senkrecht über dem Dorn des 7. Wirbels.

Die Neuralbögen der folgenden freien Wirbel sind dünn und lehnen sich nach hinten über; ihre Dornfortsätze sind relativ lang, spitz und nach oben und hinten gerichtet. Die Processus transversi superiores dieser Wirbel bestehen nur aus 1—2 mm langen, ganz unregelmäßigen Erhebungen; die der 7. V. c. sind nur wenig länger. Von den unteren Querfortsätzen sind nur die der 6. V. c. vorhanden; diese sind verhältnismäßig lang und dick und nach

außen-oben-vorn gerichtet. Die Zygapophysen sind fast ganz rudimentär und sehr unregelmäßig; nur die der beiden letzten Halswirbel sind einigermaßen entwickelt und nach oben, außen und hinten gewandt.

Am Unterrande der verschmolzenen Körper der ersten 3 Wirbel zeigen sich unregelmäßige Rauigkeiten, die wohl zum Ansatz des *M. longus colli* gedient haben.

Eine Bewegung kann eigentlich nur zwischen Kopf und Atlas und in sehr geringem Grade zwischen dem letzten Hals- und dem 1. Brustwirbel möglich sein.

Tursio borealis (PEALE). Das Skelett hat eine Länge von 1,85 m. Seine Wirbelformel ist C 7, D 14, L + Ca 61 = 82. Die Halswirbelsäule ist mit 63 mm Länge $\frac{1}{2,9}$ der ganzen Körperlänge und $\frac{1}{2,4}$ der Länge der Wirbelsäule. Die Verkürzung ist also recht gering. Nur die beiden ersten Halswirbel sind mit Körpern, Neuralbögen und Dornen verschmolzen, alle anderen zwar sehr dünn, aber völlig frei. Die Maße der Wirbel sind:

		Atlas	Epistr.	3.	4.	5.	6.	7. V. c.	1. V. d.
Größte	Höhe	82		52	51	51	52	55	78 mm
„	Breite	125	92	60	58	55	60	83	89 „
„	Länge	24		5	6	7	8	10	13 „

Die ersten beiden verschmolzenen Wirbel nehmen also nur ca. $\frac{2}{5}$ der Länge der Halswirbelsäule ein.

Die vorderen Gelenkflächen des Atlas sind ziemlich groß, doch wenig konkav; sie stehen sehr schräg zueinander und seitlich unter dem Neuralkanal. Sie nähern sich unten bis auf 2 mm; ihre obersten Punkte sind 51 mm voneinander entfernt. Die Processus transversi des Atlas sind ziemlich stark, gerade nach außen gerichtet und von vorn-oben nach hinten-unten zusammengedrückt; das Ende ist abgerundet. Der Neuralbogen ist nicht sehr hoch gewölbt. Der gemeinsame Dorn der ersten beiden Wirbel beginnt vorn am Atlas als scharfer Kiel und wird dann zu einem dünnen, aber festen Stab, der sich nach hinten überlehnt. Der Processus transversus des Epistropheus ist bis zur Hälfte seiner Länge mit dem des Atlas verschmolzen; sein freies Ende ist scharf zugespitzt und richtet sich nach außen und ein wenig nach oben.

Die folgenden Wirbel sind sehr dünn, ihre Neuralbögen nach hinten übergelehnt. Hinten am Epistropheus und vorn und hinten an allen folgenden Halswirbeln treten recht gut entwickelte Zygapophysen auf, deren Flächen schräg nach außen, hinten und oben

	Grad der Verkürzung		Grad der Verschmelzung	Zahl aller Wirbel	Nahrung	Größe bis m
	V. c.: Körperlänge	V. c.: Wirbelsäule				
Balaenidae	$\frac{1}{43} - \frac{1}{50}$	$\frac{1}{31} - \frac{1}{39}$	1—7 (1. V. d.) verschmolz.	43—58	Plankton	20
Agaphelidae			alle frei			15
Balaenopteridae	$\frac{1}{28} - \frac{1}{32}$	$\frac{1}{20} - \frac{1}{23}$	meist alle frei	49—64	Fische und Plankton	30
Physeterinae	Physeter $\frac{1}{38} - \frac{1}{50}$	$\frac{1}{28} - \frac{1}{36}$	nur Atlas frei, 2—7 (1. V. d.) verschmolz.	50—52	Kephalo- poden (Kraken)	20
	Kogia ca. $\frac{1}{43}$	ca. $\frac{1}{34}$	1—7 ver- schmolzen	51—54		4
Ziphi- inae	Hyperoodon ca. $\frac{1}{40}$	ca. $\frac{1}{31}$	meist 1—7 verschmolz.	42—45	Kephalo- poden	10
	Ziph., Meso- pl., Berar- dius ca. $\frac{1}{35}$	$\frac{1}{24} - \frac{1}{29}$	1—2 bis 1—6 ver- schmolzen	46—49	Kephalo- poden	5—10
Platanistinae	$\frac{1}{13} - \frac{1}{18}$	ca. $\frac{1}{12}$	alle frei	51—52	Krebse, Fische	4
Iniinae	$\frac{1}{16} - \frac{1}{18}$	$\frac{1}{11} - \frac{1}{12}$	alle frei	41—42	Kephalop., Fische	3
Delphinapteridae	$\frac{1}{20} - \frac{1}{26}$	$\frac{1}{17} - \frac{1}{23}$	meist alle frei	50—53	Kephalop., Holothur., Fische	6
Phocae- ninae	Phocaena ca. $\frac{1}{40}$	ca. $\frac{1}{31}$	1—6 ver- schmolzen	63—98	Kephalop., Fische	2
	Neomeris		1—2 ver- schmolzen	63	Fische	1,5
Delphi- ninae	Orcella $\frac{1}{20} - \frac{1}{22}$	$\frac{1}{17} - \frac{1}{18}$	1—2 ver- schmolzen	63	Fische	2
	Delphin., Turs. etc. $\frac{1}{28} - \frac{1}{46}$	$\frac{1}{22} - \frac{1}{33}$	1—2 (3) verschmolz.	65—92	Fische	3
	Orca ca. $\frac{1}{27}$	ca. $\frac{1}{23}$	1—2 bis 1—6 ver- schmolzen	52—54	Meeres- säuger	9
	Globioc., Grampus, Pseud. $\frac{1}{39} - \frac{1}{52}$	$\frac{1}{32} - \frac{1}{43}$	1—5 bis 1—7 ver- schmolzen	57—68	Kephalo- poden	6
Squalodontidae			alle frei			
Zeuglodontidae			alle frei			20

gerichtet sind, was nur eine sehr geringe Dreh- und eine etwas größere Nickbewegung ermöglicht haben wird. Die oberen Querfortsätze der Wirbel 3—6 sind sehr dünn, rundlich, relativ lang und nach unten gebogen; die der 7. V. c. sind länger, wenig dicker und lehnen sich an die des 1. Rückenwirbels an. Untere Querfortsätze sind bei den Wirbeln 3—6 vorhanden; bei der 7. V. c. tritt wieder jederseits eine Gelenkfläche auf. Diese unteren Fortsätze sind bei der 3. und 4. V. c. sehr dünn und nach oben gerichtet und scheinen mit den oberen durch Knorpel verbunden gewesen zu sein; bei der 3. V. c. ist diese Verbindung durch Knochen hergestellt, so daß jederseits ein völlig geschlossener Ring entsteht. Bei der 4. V. c. sind die Spitzen der oberen und unteren Fortsätze nur durch einen ganz schmalen Zwischenraum getrennt; sie waren wohl ebenfalls durch Knorpel verbunden. Bei der 5. und 6. V. c. sind die Processus transversi inferiores dicker und nach oben und vorn gerichtet. Die Dornfortsätze der 3., 4. und 5. V. c. sind sehr kurz, die der folgenden 2 nur wenig länger.

An der Unterseite der vereinigten Körper der 2 vordersten Wirbel findet sich wieder ein ziemlich starker Kiel und seitlich von ihm starke Rauigkeiten: wieder die Ansatzstelle des *M. longus colli*.

Vorstehende Tabelle auf p. 229 enthält in kurzer Zusammenstellung die wichtigsten Eigenschaften der Halswirbel der Wale nebst anderen Angaben, die für die Beurteilung ihrer Form und Funktion wichtig sind.

B. Biologischer Teil.

Vergegenwärtigen wir uns noch einmal die beschriebenen Formen der Halswirbelsäule, so fällt uns sofort zweierlei auf, erstens, daß die Gestalt der Cetaceen-Halswirbel von der sonst bei den Säugetieren sich findenden meist bedeutend abweicht, und zweitens, daß diese Wirbel eine große Mannigfaltigkeit der Gestaltung zeigen. Fast bei jeder Gattung sieht die Halswirbelsäule etwas anders aus, und obgleich die Zahn- und Bartenwale nach der Ansicht hervorragender Forscher nicht näher miteinander verwandt sind, die ersteren vielmehr seit längerer Zeit im Wasser leben, zeigen doch die Halswirbel beider Ordnungen keine größeren Unterschiede, als die der einzelnen Familien derselben Ordnung, ja manche Zahn- und Bartenwale weisen sogar ganz

auffallende Aehnlichkeiten miteinander auf, aus denen manche Forscher auf verwandtschaftliche Beziehungen hatten schließen wollen.

Welches können nun die Ursachen einerseits der starken Abweichungen vom Normaltypus der Halswirbel und andererseits der großen Mannigfaltigkeit in der Form sein?

Die Form jedes Organes wird durch seine Funktion bestimmt, jede Funktion ist aber die Folge des Einwirkens von Kräften. Ist also die Form anders, als gewöhnlich, so müssen auch die Funktion und damit die sie bildenden Kräfte andere sein, d. h. auf die Halswirbel der Wale müssen Kräfte wirken, die bei Tieren mit anders gebauten Halswirbeln gar nicht, oder in anderer Weise in Tätigkeit treten. Die Mannigfaltigkeit der Formen weist ferner darauf hin, daß die Halswirbel bei den verschiedenen Familien und Arten eine verschiedene Funktion haben, daß an sie verschiedene Anforderungen gestellt werden.

Jeder Knochen und jeder Muskel ist nun in seiner Form die Resultante einer ganzen Reihe von Komponenten; besonders die Größe und Schwere der zu bewegenden Teile, die Art der beabsichtigten Bewegung und das Medium, gegen welches die Bewegung gerichtet ist, üben eine große Wirkung auf ihre Form aus.

Die nur im Wasser mögliche ungeheure Größenentwicklung der Bartenwale mußte zunächst bewirken, daß alle Knochen und Muskeln massiger wurden. Das Medium des Wassers erreichte neben Schaffung von Schwimorganen eine Aenderung der ganzen Körperform, und so entstand die interessante Konvergenzerscheinung, daß die Wale Fischform annahmen, d. h. annähernd die Form eines parabolischen Rotationskörpers, der ja jedem in der Richtung der Abscissenachse, in diesem Falle also von vorn, wirkenden Drucke die Fläche des geringsten Widerstandes darbietet. Dadurch wurden Kräfte gespart und eine schnelle Bewegung ermöglicht, weshalb diese Körperform auch am reinsten bei schnellschwimmenden Tieren auftritt.

Die beabsichtigte Bewegung war, besonders je nach den Eigenschaften der Nahrung, sehr verschieden; und so finden wir unter den Cetaceen gedrungene, wenig bewegliche Körper bei Tieren, die sich in bequemer Weise z. B. von massenhaft vorhandenem Plankton nähren, langgestreckte, vielwirbelige, geschmeidige dagegen besonders bei Fischfängern.

Wir müssen annehmen, daß die von den landbewohnenden Vorfahren ererbten Halswirbel normal gebaut waren.

Bei Landtieren hat nun die Halswirbelsäule drei Hauptaufgaben; sie dient als Bindeglied zwischen Kopf und Rumpf, als Stütz- und als Bewegungsorgan. Die erste mußte naturgemäß auch bei Annahme des Wasserlebens bleiben, die zweite und dritte dagegen wurden verändert. Wie auf alle anderen Skeletteile mußten auch auf die Halswirbel die oben erwähnten Einflüsse der Masse, des Mediums und der erforderlichen schnelleren Bewegung wirken.

Wurden die Größenverhältnisse des Tieres verändert, so mußte auch die Größe der Halswirbel zu- oder abnehmen.

Das Medium des Wassers hatte entsprechend seinen physikalischen Eigenschaften unmittelbar zwei Wirkungen; vermöge seiner Tragfähigkeit entlastete es die Tätigkeit des Halses als Träger des Kopfes und infolge seiner größeren Dichte erhöhte es den Widerstand, den die Tiere bei der Fortbewegung zu überwinden hatten, übte also trotz der Spindelform des Körpers einen größeren Druck auf den Kopf und weiter auf die Halswirbelsäule aus, als die Luft, besonders da die propulsorische Kraft im Schwanz konzentriert wurde.

Die hauptsächlich von den Eigenschaften der Nahrung geforderte Bewegung verlangte entsprechend der Körperform bei manchen Tieren einen beweglichen Hals, bei anderen war dieser unnötig oder unvorteilhaft.

Was waren nun die Folgen dieser Einflüsse? Verliert ein Organ seine Funktion, so tritt eine Unterernährung desselben ein, und die Widerstandskraft gegen andere Einflüsse vermindert sich, ein Fall, der sich bei den Halswirbeln aller Cetaceen findet.

Die wichtige Funktion des Kopftragens ging eigentlich ganz verloren; das besorgte ja jetzt das Wasser. Wurde nun noch die zweite wichtige Tätigkeit, den Kopf zu bewegen, reduziert oder ganz aufgehoben, so blieb nur noch die passive des Verbindens von Schädel und Rumpf übrig. Eine Atrophie war unausbleiblich, und die Folge war zunächst, daß die Halswirbel dem infolge des Wasserwiderstandes auf sie wirkenden Druck nachgaben. So kam es zu Reduktionserscheinungen, die besonders aus einer Verkürzung der Halswirbelsäule bestehen. Dazu kam noch der starke Zug, den die infolge des Wasserlebens so stark entwickelten Längsmuskeln ausübten. Da diese sich bei den meisten Cetaceen vorn unter Ueberspringen der mittleren und hinteren Halswirbel nur an Atlas und Epistropheus und dann an den Schädel anheften, wurden die hinteren Halswirbel zwischen zwei

gegeneinander gezogene Punkte geklemmt und mußten besonders stark reduziert werden. Noch drei andere Umstände waren dieser Verkürzung des Halses günstig. Erstens konnte bei einem kurzen Halse der Halseinschnitt, der die parabolische Linie unterbrochen und so den Widerstand des Wassers verstärkt hätte, mit weniger Muskel und Fett beseitigt werden (die Natur erreicht ja alles mit möglichst wenig Material und Kraft), zweitens konnte dadurch die Vorderextremität ganz nahe an den Kopf rücken, was für ihre Tätigkeit der Steuerung günstig war, und drittens erhielt der Hals durch die Verkürzung eine erhöhte Festigkeit, was für eine ganze Reihe von Arten sehr erwünscht war. Dieser letzte Punkt wird weiter unten eingehender besprochen werden.

Da die Halswirbel aller Cetaceen an Funktion und damit an Widerstandskraft verlieren mußten und die erwähnten zusammendrückenden Kräfte überall wirkten, trifft man diese Verkürzung der Halswirbelsäule auch bei allen Walen an, wenn sie auch infolge sekundärer Einflüsse, die noch zu erläutern sind, bei den einen stärker, bei den anderen geringer ist. Sie ist also nicht eine ausschließliche Folge des beim Schwimmen zu überwindenden Wasserwiderstandes, sondern die Vorbedingung für ihr Auftreten ist die erwähnte Verringerung der Funktion der Wirbel; dementsprechend ist dort, wo ein Hauptteil der Funktionen erhalten geblieben ist, die Verkürzung geringer, während sie bei allen Walen fast gleich und zwar ziemlich klein sein müßte, wenn nur der auf alle ziemlich gleich wirkende Wasserwiderstand die Ursache wäre, und die Funktionsänderungen gar keine Rolle spielten.

Daß nun der Grad der Verkürzung so außerordentlich verschieden ist, liegt an sekundären Einflüssen. Die ursprünglich verhältnismäßig lange Halswirbelsäule der Wale konnte einer starken Verkürzung nur unter zwei Bedingungen entgehen; erstens, wenn der auf sie ausgeübte Druck nicht allzu stark war, d. h. bei langsam schwimmenden Tieren, oder zweitens, wenn die eine der beiden wichtigen Funktionen erhalten bleiben mußte, nämlich wenn die Tiere einen gut beweglichen Hals brauchten, um ihre behende, schnell entschlüpfende Beute, z. B. Fische, zu fangen. So sehen wir, wie alle eigentlichen Delphine, wie *Delphinus*, *Tursio*, *Steno*, *Tursiops* u. s. w., und auch die *Delphinapteriden*, die sich hauptsächlich von Fischen nähren, einen relativ langen und beweglichen Hals behalten haben.

Trafen beide Bedingungen ein, so mußte der Hals besonders lang und beweglich bleiben, ein Fall, der bei den langsam schwimmen-

den, fischefressenden Platanistiden vorliegt, bei denen sich denn auch die längsten unter den Cetaceen vorkommenden Halswirbel finden.

War nun keine oder nur eine der eben erwähnten die Verkürzung hindernden Bedingungen vorhanden, so mußten die Halswirbel dem Drucke nachgeben. Daher finden wir erstens bei schnellschwimmenden Gattungen, wie *Phocaena*, *Globiocephalus*, *Pseudorca*, *Grampus* u. s. w., und zweitens bei solchen, die von leichter zu erlangender Nahrung leben, wie bei den Cephalopoden fressenden Ziphiinen, eine bedeutend stärkere Verkürzung. Bei *Grampus* z. B. ist die Halswirbelsäule in einem extremen Falle nur $\frac{1}{5.2}$ der ganzen Körperlänge.

Die starke individuelle Variation, die wir bei den Halswirbeln der Cetaceen finden, wird wohl zum Teil darauf zurückzuführen sein, daß die Veränderung ihrer Form noch im Fluß, noch nicht abgeschlossen ist, sodann aber auch darauf, daß es sich um reduzierte Organe handelt; sie kommt dementsprechend auch bei den rudimentärsten Wirbelteilen am deutlichsten zum Ausdruck, da diese bei ihrer Funktionslosigkeit an keine bestimmte Form gebunden sind.

Die erste Ursache ist wohl bei den Fällen anzunehmen, wo der Grad der Verkürzung der Halswirbelsäule individuell verschieden, und da, wo die Zahl der verschmelzenden Wirbel sehr veränderlich ist, wie bei *Globiocephalus melas*, bei dem sich, wie oben erwähnt, auch bei ganz alten Exemplaren eine Verschmelzung nur der ersten 4 Wirbel findet. Mit ihrer Natur als stark reduzierter Organe hängt aber die Veränderlichkeit einzelner Wirbelteile zusammen, wie der Neuralbögen, die bei manchen Arten oben offen bleiben, der Quer- und Dornfortsätze der mittleren und hinteren Wirbel, die oft ganz fehlen. Daraus erklärt sich auch die auffällige, völlig regellose Asymmetrie dieser Teile, besonders der Quer- und Gelenkfortsätze, die auf der einen Körperseite immer etwas anders aussehen, als auf der anderen.

Von allen diesen Reduktionserscheinungen werden, wie wir gesehen haben, eigentlich nur die hinteren Halswirbel, also 3—7, betroffen; im Gegensatz zu diesen gewinnen die beiden ersten Wirbel, Atlas und Epistropheus, desto mehr an Größe, je mehr die hinteren verkleinert werden; denn sie erleiden keinen Verlust, sondern eine Steigerung ihrer Funktionen.

Einmal haben sie bei stark verkürzten Halswirbelsäulen alle wichtigen Fascikel der Längsmuskulatur, die über alle Halswirbel verteilt waren, auf sich konzentriert, sind also für den

Organismus wichtig und werden daher gut ernährt, besonders ihre Fortsätze sind verstärkt; und zweitens wirkt mittelbar die veränderte Form des Schädels günstig auf sie ein. Dieser verbreiterte auf Kosten der vorderen Teile seine hintere Fläche, um den großen Längsmuskeln eine breite Basis zum Anheften zu bieten. Den Ansprüchen nun, einen derartig vergrößerten Hinterschädel zu stützen, ein seitliches Ausweichen desselben beim Schwimmen zu verhindern, konnte ein kleiner Atlas nicht genügen; seine vordere Fläche und der ganze Wirbel vergrößerten sich mit dem Wachsen des Hinterschädels, und meist wurde noch der Epistropheus durch Vergrößerung und Verschmelzung mitherangezogen.

So zeigen Atlas und Epistropheus das Bestreben, die Stelle der ganzen Halswirbelsäule zu vertreten. Auf diese Weise tritt eine Materialersparnis ein, und es bereiten sich durch diesen offenbar noch nicht abgeschlossenen Vorgang Verhältnisse vor, wie sie sich bei den Fischen finden, wo nur ganz wenig Halswirbel vorhanden sind.

Bei langen Halswirbelsäulen mit unverschmolzenen Wirbeln haben auch noch die hinteren einige Muskelfascikel behalten, und Atlas und Epistropheus sind relativ klein.

Neben den betrachteten Reduktionserscheinungen, die das Charakteristikum der Cetaceenhalswirbel sind, treten noch andere, besonders Verfestigungserscheinungen auf, die, nicht bei allen Arten sich findend, eine große Mannigfaltigkeit zeigen, also die Folgen verschiedenartiger Einflüsse sein müssen.

Eine solche Verfestigung des Halses wird besonders in zwei Fällen eintreten, erstens, wenn es darauf ankommt, dem Tiere ein besonders schnelles Schwimmen zu ermöglichen, denn in diesem Falle muß der als Spitze eines durch die Schwanzflosse bewegten Bohrers wirkende Kopf sehr fest und möglichst unbeweglich mit dem Rumpfe verbunden sein, damit mit möglichst geringer Muskelanstrengung jede Abweichung des Kopfes aus der Längs- d. h. Schwimmrichtung, die einen Kraftverlust bedeuten würde, ausgeschaltet wird.

Der zweite Fall ist der, daß ein plumper Vorderkörper, hier kommt es besonders auf einen plumpen Kopf an, von einer von hinten wirkenden Kraft, hier der Schwanzflosse, vorwärts getrieben wird. Bei einem solchen Mechanismus liegt auch bei langsamem Schwimmen die Gefahr nahe, daß der Kopf seitwärts abgelenkt wird, da er ja mit seiner großen Fläche dem Wasser zu viel Widerstand bietet. Um dies zu verhindern, stehen zwei Wege

offen, entweder die Halsmuskulatur muß ungeheuer verstärkt werden, um so die Richtung des Kopfes regulieren zu können, oder der viel praktischere und Kräfte sparende einer Steigerung der Verfestigung der Halswirbelsäule.

Eine solche kann natürlich nur eintreten, wenn die Art der Nahrung dies erlaubt, d. h. wenn diese aus nicht zu schnell und gewandt schwimmenden Tieren besteht, wenn also kein beweglicher Hals gebraucht wird. Auch ohne diese ist es ja im Wasser möglich, den Körper und damit auch den Kopf in kurzer Zeit und mit geringer Mühe in jede beliebige Lage zu bringen.

Diese Verfestigung wird nun bei den einzelnen Gattungen in sehr verschiedener Weise erreicht.

Allen gemeinsam sind die starken Längsmuskeln, die Kopf und Rumpf verbinden; rationeller jedoch sind zwei andere Mechanismen: Vergrößerung des Querschnittes der Halswirbelsäule und Verschmelzungen. Besonders die letzteren haben schon früh die Aufmerksamkeit der Forscher auf sich gelenkt und wurden als das Charakteristikum der Cetaceenwirbel angesehen. Aber gerade sie sind relativ beschränkt; denn bei einer ganzen Anzahl von Walen sind ja alle 7 Halswirbel frei, und wo Verschmelzungen auftreten, da erstrecken sie sich meist nur auf die vordersten Wirbel, und sehr selten sind alle 7 verschmolzen.

Die Verschmelzung von Wirbeln kann nun eine gelegentliche sein oder sich regelmäßig bei allen Exemplaren derselben Art finden.

Gelegentlich tritt sie ein, wenn ein gewaltsamer Eingriff, eine Entzündung oder Verletzung zwei einander zugekehrte Wundflächen schafft. Wir finden diesen Fall bei einigen Autoren erwähnt, die besonders von Balänopteriden berichten, bei denen infolge einer Harpunenverletzung 2 oder mehr beliebige Wirbel miteinander verwachsen waren.

Alle anderen Verschmelzungen finden sich regelmäßig. Von den beiden Verfestigungserscheinungen wird nun die Verschmelzung gewählt werden, wenn auch die geringste Bewegung des Halses unnütz ist, wenn also die Wirbel völlig unbeweglich zueinander verharren. Denn nur dann kann der zusammenpressende, die benachbarten Wirbelflächen reizende Druck zur Verschmelzung führen, wenn die sich bildenden Knochenmassen nicht immer wieder durch Bewegungen gezerzt und auseinandergerissen werden.

Eine Verfestigung durch Verschmelzung werden wir daher

nur dort finden, wo leichter zu erlangende Nahrung Unbeweglichkeit des Halses gestattet, und zwar in den beiden oben erwähnten Fällen, erstens bei Tieren mit plumpem Kopfe, und dann bei schnellen Schwimmern. Das beste Beispiel für den ersten Fall sind die von Plankton lebenden Baläniden mit 7 verschmolzenen Wirbeln, für den zweiten Fall Hyperoodon, ein von Kephhalopoden sich nährendes Tier. Verlangt ein sehr plumper Kopf eine feste verschmolzene Halswirbelsäule, die Nahrung aber doch eine gewisse Beweglichkeit, so haben wir den Fall von *Physeter*, wo nur der Atlas frei, alle übrigen Halswirbel aber verschmolzen sind. Werden bei schnellen, sich von Fischen nährenden Schwimmern die durch ihre Lebensweise bedingten, einander widerstrebenden Forderungen der Festigkeit und der Beweglichkeit an die Halswirbelsäule gestellt, so tritt entweder nur eine Verschmelzung des vorderen Teiles der Halswirbel ein, die bei den meisten Delphiniden sich nur auf die ersten 2 oder 3, bei *Phocaena*, *Globiocephalus*, *Pseudorca*, *Grampus* u. s. w. aber bis auf die ersten 5, 6 oder 7 erstreckt, oder es wird die zweite Art der Verfestigung, die Vergrößerung des Querschnittes der Halswirbel, angewendet, auf die wir später noch zurückkommen.

Verschmelzen, wie bei den meisten Delphiniden, nur Atlas und *Epistropheus* miteinander, so ist das darauf zurückzuführen, daß die hinteren Wirbel eben nicht unbeweglich nebeneinander liegen, sondern daß die Forderung nach Bewegung dieses Teiles stärker ist, als die nach Verfestigung. Umgekehrt ist offenbar bei den anderen genannten Gattungen der Delphiniden eine Bewegung dieses hinteren Teiles unnötig, und die Forderung der Verfestigung des schnellen Schwimmens wegen stärker; die Folge ist dann eine weitergehende Verschmelzung. Bei diesen Gattungen nimmt denn auch die Zahl der verwachsenen Wirbel mit dem Alter zu; eine die Verschmelzung hindernde Bewegung findet ja nicht statt, und die verschmelzenden Kräfte wirken ungestört fort.

Die Reihenfolge der Verschmelzung ist normalerweise die, daß zuerst die vordersten Wirbel, und zwar zunächst mit den Neuralbögen und Dornfortsätzen (wohl durch Verknöcherung verbindender Sehnen), dann auch mit den Körpern verschmelzen. An die so gebildete Masse schließt sich dann immer der folgende Wirbel und zwar wieder zuerst mit Neuralbogen und Dornfortsatz an. So sind bei jungen Exemplaren von *Globiocephalus melas* oft nur die Wirbel 1—4, bei älteren 1—5, 1—6, ja 1—7 miteinander verschmolzen. Bei einigen Angehörigen

anderer Familien, wie Balaena, Physeter und Hyperoodon, tritt eine ähnliche Erscheinung ein, indem sich an die normal verschmolzenen Halswirbel oft noch der 1. Rückenwirbel durch Ankylose anschließt. Die Verschmelzung beginnt also mit den vorderen Wirbeln, während die Verkürzung, wie wir gesehen haben, zuerst und am stärksten bei den mittelsten, 3 und 4, eintritt.

Eine anormale Reihenfolge der Verschmelzung tritt nur bei Arten mit einer großen Anzahl von verwachsenen Wirbeln auf. So kommt es vor, daß zunächst die Wirbel 1—3 und 4—6 unter sich, und dann erst zu einer Masse verschmelzen. Diese Reihenfolge ist aber selten und eine individuelle und sehr variable Erscheinung.

Bei Balaena wird die Verfestigung hauptsächlich durch die Verschmelzung aller 7 Halswirbel bewirkt. Aber das genügt offenbar zur Feststellung des ungeheuren Kopfes, der bis $\frac{1}{3}$ der ganzen Länge einnehmen kann, noch nicht. Hier trug nun auch die starke Verkürzung der Halswirbelsäule zur Verfestigung bei, denn von 2 gleich dicken Stäben hat der kürzere die größere Bruchfestigkeit, ein Prinzip, das wohl auch bei manchen anderen Arten, besonders großköpfigen und schnellschwimmenden, mit zur Verkürzung der Halswirbel beigetragen hat, das aber wohl bei Balaena am reinsten zum Ausdruck kommt. Dazu kommt bei Balaena, abgesehen von starken Muskelmassen, auch noch die letzte Verfestigungsart, nämlich die Vergrößerung des Wirbelquerschnittes, so daß wir also bei dieser Gattung alles vereinigt finden, um den Hals so fest wie möglich zu machen.

Diese letzte Methode der Verfestigung der Halswirbelsäule beruht auf der Tatsache, daß von 2 Stäben von gleicher Länge der dickere größere Bruchfestigkeit zeigt. Das wird nun nicht einfach dadurch erreicht, daß die einzelnen Wirbel, speziell ihre Körper, seitlich vergrößert werden, sondern die Natur hat hier mit größter Materialersparnis mehr erreicht. Nur die Querfortsätze verlängerten und verstärkten sich. Die Spitzen dieser Fortsätze der einzelnen Wirbel verschmolzen miteinander, und die so gebildeten Ringe berührten sich mit den Enden und sind durch Bandmassen und Sehnenpolster fest miteinander verbunden. Der so geschaffene Apparat vereinigt größte Materialersparnis, geringstes Gewicht und bedeutende Festigkeit mit einer gewissen Elastizität, die doch nicht jede, wenn auch geringe Bewegung ausschließt, wenn die Wirbel selbst unver-

schmolzen blieben. In Verbindung mit weitgehendster Wirbelverschmelzung finden wir ihn, wie schon erwähnt, bei *Balaena*, wo allerdings die Ringbildung fehlt, ohne Verschmelzung, also in seiner reinsten Gestalt, bei den Balänopteriden; bei diesen ist der bequemen Planktonnahrung wegen nur eine sehr geringe Beweglichkeit des Halses nötig, weshalb bei einigen Arten gelegentlich auch Verschmelzungen einzelner Wirbel auftreten.

Außer diesen Verkürzungs- und Verfestigungserscheinungen fallen uns aber an der Halswirbelsäule aller Cetaceen noch verschiedene andere auf.

Erstens zeigen die für die Hinterhauptcondylen bestimmten großen vorderen Gelenkflächen des Atlas eine andere Form und Lage, als wir sie sonst bei Säugetieren zu finden gewöhnt sind. Sie haben nämlich die Tendenz, von ihrer Lage seitlich des Neuralkanals in eine solche schräg unter demselben überzugehen, und ihre Fläche ist nur wenig gewölbt. Entsprechende Tendenzen machen sich natürlich auch bei den Condylen bemerkbar, die seitlich unter das Foramen magnum rücken. Diese Einrichtung läßt sich folgendermaßen erklären.

Die propulsorische Kraft ist bei den Cetaceen in den Schwanz verlegt und wirkt von dort durch alle Wirbelkörper bis zum Schädel fort. Nun ist es von Vorteil, wenn die Verbindung zwischen Atlas und Hinterhaupt genau in derselben Richtung liegt, in der sich die Verbindungen zwischen den Körpern aller anderen Wirbel befinden, nämlich unter der Rückenmarke. Läge sie höher, so müßte der Kopf bei jedem Stoße von hinten etwas nach unten und hinten ausweichen, ein Uebelstand, dem mit größter Materialersparnis ohne jegliche andere Apparate einfach dadurch abgeholfen ist, daß die beiden Gelenkflächen einerseits weit nach unten rücken und bei einigen Arten unter dem Neuralkanal ineinander übergehen und andererseits schon durch ihre Flachheit einer Bewegung wenig günstig sind. Besonders notwendig wird diese Einrichtung bei Tieren mit großem Schädel und bei schnellen Schwimmern sein, weil bei diesen die Gefahr der Ablenkung des Kopfes besonders leicht eintreten und besonders unangenehm sein muß. Daher finden wir sie einerseits bei den Baläniden und andererseits bei schnellschwimmenden Formen, wie *Hyperoodon* und den meisten Delphiniden, besonders deutlich.

Die zweite zu erwähnende Erscheinung ist, daß sich die Halswirbelsäule nach vorn senkt, daß die vorderen Wirbel also tiefer liegen als die hinteren, was besonders deutlich an stark

verkürzten Halswirbelsäulen zu erkennen ist, da bei diesen die Neigung auf eine nur kurze Strecke verteilt ist. Dieses Hinabbiegen ist eine Anpassungserscheinung an die spindelförmige Körperform. Die zum Zwecke der Anheftung großer Muskelmassen stark vergrößerte Hinterfläche des Schädels würde ohne diese Senkung weit über das ihr in der Spindelform zukommende Niveau hervorragen.

Die die Halswirbelsäule im ganzen umformenden Kräfte haben natürlich ihre Wirkung auch auf die kleineren Teile der einzelnen Wirbel ausgeübt. So sind die oberen und unteren *Processus transversi* der hinteren Halswirbel, wenn sie nicht dem Zwecke der Verfestigung des Halses dienen, funktionslos geworden, da ja feinere, kompliziertere Bewegungen zwischen den einzelnen Wirbeln meist auch dort nicht mehr stattfinden können, wo alle Wirbel unverschmolzen sind. Ihrem alten Zwecke, als Ansatzstellen von Muskeln, dienen sie also nicht mehr, und die Folge war, daß sie reduziert wurden. Sie variieren infolgedessen auch sehr stark innerhalb der Art, sind oft auf der einen Halsseite größer und anders geformt, als auf der anderen, und fehlen oft ganz. Je länger die Halswirbelsäule ist, desto besser sind sie auch in der Regel noch entwickelt, da sie in diesen Fällen einen Teil ihrer Funktionen behalten haben. Bei kurzem Halse dagegen haben sich eigentlich nur die Fortsätze von Atlas und Epistropheus erhalten, die, oft miteinander verschmolzen, als Ansatzstelle von Muskeln (*M. levator anguli scapulae* u. s. w.) dienen und ihrer Funktion wegen bestehen blieben, und ebenso die der 7. V. c., mit denen die 1. Rippe artikuliert.

Aehnlich ging es den Dornfortsätzen der Wirbel 3—7. Da jetzt das Wasser den Schädel trug, waren das *Ligamentum nuchae* und mit ihm diese Dornfortsätze überflüssig geworden. Die geringen erhalten gebliebenen Reste von Dornfortsätzen der hinteren Wirbel verdanken ihr Dasein wohl nur noch dem *M. spinalis dorsi*, der sie verbindet. Atlas und Epistropheus dagegen behielten ihre Dornen, da sich an diese Fascikel wichtiger Muskeln anheften.

Dort, wo keine Bewegungen mehr zwischen den Halswirbeln stattfinden, sind auch die dadurch funktionslos gewordenen *Zygapophysen* entweder ganz verschwunden, oder sie tragen dadurch, daß ihre Flächen sich horizontal und etwas nach außen gerichtet haben, noch etwas zur Verfestigung des Halses bei, haben also gerade die entgegengesetzte Funktion angenommen.

Der fast bei allen Cetaceen völlig funktionslos gewordene Zahnfortsatz des Epistropheus ist ebenfalls stark reduziert, fehlt oft ganz und hat sehr oft gar kein eigenes Verknöcherungszentrum mehr.

Am 7. Halswirbel findet sich fast bei allen Cetaceen jederseits an der unteren äußeren Körperfläche eine oft etwas gestielte Gelenkfläche. Sie wird meistens als homolog mit dem Proc. transversus inferior der anderen Halswirbel angesehen, ist das aber durchaus nicht, da sie einmal oberhalb der entsprechenden Stelle liegt, und andererseits öfters an der richtigen Stelle ein echter Proc. transversus inferior außerdem auftritt. Sie kann nur den anderen Gelenkflächen homolog sein, die sich, durch Reibung des Rippenköpfchens an der betreffenden Stelle entstanden, an den Rückenwirbeln finden.

Ist die Ansicht richtig, daß diese merkwürdigen Formen der Halswirbel, die wir bei den Walen finden, sich erst unter dem Einflusse des Wasserlebens gebildet haben, so müssen sich in der Keimes- und der Stammesgeschichte Tatsachen finden, die damit übereinstimmen.

Bei Untersuchung von Embryonen fällt es auf, daß oft noch ganz junge schon dieselbe Form der Halswirbelsäule zeigen, wie erwachsene Exemplare. Bei Balaenoptera z. B. trat der charakteristische, durch die Querfortsätze gebildete Verfestigungsmechanismus schon im knorpeligen Stadium auf. Geringer ist aber im allgemeinen bei Embryonen die Zahl der verschmolzenen Wirbel und der Grad der Verkürzung, woraus man schließen muß, daß es bei den Vorfahren der Wale ebenso gewesen ist.

Bei Embryonen von Arten mit einer großen Anzahl von verschmolzenen Wirbeln scheint für diese ein gemeinsames Verknöcherungszentrum aufzutreten, wenigstens berichtet RAPP über einen solchen Fall bei *Phocaena communis*. Daß auch der Zahn des Epistropheus früher besser entwickelt war, geht daraus hervor, daß er noch meist ein eignes Verknöcherungszentrum besitzt.

Auch äußerlich treten noch in der Form des Halses Reminiszenzen an die Vorfahren auf. Ganz junge Embryonen sind nach KÜKENTHAL (65) „durchaus nach dem Typus der Landtiere gebaut. Während bei erwachsenen Tieren der Kopf mit dem Rumpfe eine gerade Linie bildet und ohne Absatz in diesen übergeht, zeigen kleine Embryonen einen deutlich vom Rumpfe durch einen Halsteil geschiedenen Kopf, der, wie bei allen Landsäugetieren, zum Rumpfe in einem deutlichen Winkel geneigt ist.“

Die Stammesgeschichte bietet naturgemäß nur lückenhafte Aufschlüsse, da nur relativ wenige Halswirbelsäulen erhalten sind.

Von fossilen Bartenwalen sind von Baläniden nur sehr spärliche und zweifelhafte Reste erhalten. Wahrscheinlich gehört zu ihnen *Palaeocetus*, bei dem nur der Atlas frei ist, woraus man vielleicht schließen kann, daß bei den Baläniden dieser Wirbel zuletzt verschmolzen sei, und die Halswirbelsäule den Typus von *Physeter* gezeigt habe. Die Reste von Balänopteriden sind reichlicher; sie haben völlig freie und etwas längere Halswirbel, als die rezenten Formen. Der hierher zu rechnende *Plesiocetus* zeigt freie Halswirbel, kleine Dornfortsätze, gering entwickelten Zahnfortsatz, und beim *Epistropheus* tritt schon die Ringbildung der Querfortsätze auf.

Unter den fossilen *Odontoceten* sind besonders reichlich, und zwar schon seit dem unteren Miocän, die *Platanistiden* vertreten. Sie haben lange, völlig freie Halswirbel; die vorderen Gelenkflächen des Atlas liegen noch seitlich des Rückenmarkskanals. Auch die Vorfahren der *Ziphiinen* scheinen völlig freie Halswirbel gehabt zu haben. Die Reste sind zwar gering, doch ein freier Atlas von *Placoziphius* scheint darauf hinzuweisen. Ebenso sind bei den *Squalodonten* und *Zeuglodonten*, die wohl die Vorfahren der Zahnwale sind, alle Wirbel frei und die vorderen Gelenkflächen des Atlas seitlich des Neuralkanals gelegen.

Auch die Stammesgeschichte zeigt also Formen mit normaler gebauten Halswirbeln.

Ist nun die Umformung der Cetaceenhalswirbel die Folge von Einflüssen, die durch die Annahme des Wasserlebens zur Wirkung kamen, dann müssen wir ähnliche Wirbelgestalten erstens bei solchen Tieren finden, die ebenfalls das Wasserleben angenommen haben, und zweitens bei Tieren, auf deren Hals auch in einem anderen Medium ähnliche Kräfte einwirken.

Zunächst die Wassertiere. Bekannt ist ja der außerordentlich kurze Hals der Fische, der, äußerlich gar nicht sichtbar, nur aus wenigen Wirbeln besteht. Wir finden ihn in dieser Entwicklung natürlich nur bei kürzer gebauten Tieren, die sich in ähnlicher Weise wie die Wale, d. h. hauptsächlich mit Hilfe der Schwanzflosse fortbewegen, bei Tieren also, die unter denselben mechanischen Einflüssen stehen. Fische, die sich schlängelnd fortbewegen, wie z. B. die Aale, haben dementsprechend eine lange,

biegsame Wirbelsäule und können natürlich hier nicht zum Vergleich herangezogen werden.

Gehen wir zu den Reptilien über, so finden wir ganz ähnliche Verhältnisse, wie bei den Cetaceen, bei den fossilen Ichthyosauriern. Auch sie sind zum Wasserleben übergegangen, haben einen spindelförmigen Körperbau erworben, und ihr Hals zeigt im Prinzip denselben Aufbau, wie der der Wale. Er ist äußerlich ganz verschwunden und besteht nur aus 2 Wirbeln, dem Atlas und dem Epistropheus, sei es, daß die übrigen ganz unterdrückt, oder zum Teil in die Rückenregion hineingezogen wurden. Atlas und Epistropheus sind bei jungen Exemplaren meist frei, bei alten immer verschmolzen. Hier sehen wir also das erreicht, was einige der rezenten Delphiniden anzustreben scheinen: Reduktion der Halswirbel auf 2 miteinander verschmolzene, d. h. auf ein mechanisches Glied, wie wir es auch bei den Arten mit 7 verschmolzenen Wirbeln finden. Wir haben also auch im Bau des Halsskelettes bei diesen beiden so verschiedenen Tierklassen die schönsten Konvergenzerscheinungen, die sich auf nichts anderes, als auf das Wasserleben zurückführen lassen.

Unter den Säugetieren, die außer den Walen das Wasserleben angenommen haben, zeigen sich zum Teil ganz ähnliche Anpassungs- und Konvergenzerscheinungen. Am meisten ähneln den Cetaceen in der äußeren Form die Sirenen, die ebenfalls unter Verlust der Hinterextremitäten und Entwicklung eines starken Schwanzes die Spindelform angenommen haben. Ein äußerer Hals fehlt oft ganz, nur eine ventrale Kehlfurche setzt bei *Manatus* den Kopf vom Rumpfe ab. Entsprechend der starken Umformung ihrer äußeren Körpergestalt sind auch ihre Halswirbel ziemlich stark verändert. Eine Verschmelzung tritt im allgemeinen nicht ein; nur bei *Manatus* und dem ausgestorbenen *Halitherium* verschmelzen in höherem Alter der 2. und 3. Halswirbel; bei den im Breslauer Museum befindlichen zwei jugendlichen Exemplaren waren alle Wirbel frei. Aber die Haupteigenschaft der Cetaceenhalswirbel, die Reduktion, besonders die Verkürzung, ist auch bei diesen Tieren recht stark. Von den 3 Breslauer Skeletten beträgt die Länge der Halswirbelsäule bei *Manatus americanus* juv. (6 Halswirbel) ca. $\frac{1}{2}_8$, bei *Manatus senegalensis* (6 Halswirbel) ca. $\frac{1}{2}_1$ und bei *Halicore dugong* ♂ $\frac{1}{2}_0$ der ganzen Körperlänge; ihr Hals ist also kürzer, als bei den Platanistiden.

Von der Verkürzung werden, wie bei den Walen, ganz be-

sonders die hinteren Wirbel 3—6 (3—7) betroffen, während Atlas und Epistropheus fast die Hälfte der Länge der Halswirbelsäule einnehmen. Dornfortsätze sind nur bei diesen beiden Wirbeln angedeutet und fehlen bei allen anderen. Die Neuralbögen sind bei *Manatus americanus* bei den Wirbeln 3, 4, 5 und 6, bei *Manatus senegalensis* bei 4, 5 und 6 oben offen, eine auch bei den Walen öfters vorkommende Erscheinung. Der Zahn des Epistropheus ist bei allen 3 Exemplaren gut entwickelt und hat offenbar seine Funktion beibehalten, wie überhaupt der Sirenenhals relativ beweglich zu sein scheint. MURIE (77) bildet z. B. eine ganze Reihe von interessanten Stellungen, die das Tier einnehmen kann, ab, aus denen sich die Beweglichkeit des Halses ersehen läßt.

Bei Pinnipediern ist die Halswirbelsäule nicht verkürzt. Von den im Breslauer Museum aufgestellten Exemplaren dieser Ordnung war bei *Phoca vitulina* (*Callocephalus vitulinus* CUV.) die Halswirbelsäule ca. $\frac{1}{6}$, bei *Pagomys foetidus* GRAY ca. $\frac{1}{6}$ und bei *Trichechus rosmarus* L. ca. $\frac{1}{8}$ der ganzen Körperlänge. Außerdem sind die einzelnen Wirbel sehr gut entwickelt und ohne andere Reduktionserscheinungen. Bei den Phociden hat also das Wasserleben keine wesentlichen Veränderungen der Gestalt der Halswirbel hervorgebracht, was sich schon dadurch erklären läßt, daß sie temporäre Wassersäugetiere sind. Dasselbe gilt für die anderen temporären Wassersäugetiere, wie *Enhydra*, *Lutra* etc.

Bei nicht im Wasser lebenden Tieren finden wir ähnlich veränderte Halswirbel, wie bei den Walen, sehr selten. Eigentliche Verkürzungen ohne gleichzeitige Verschmelzungen kommen nicht vor, und letztere finden sich nur bei einigen Edentaten, Insectivoren und Nagern.

Bei den Gürteltieren (*Dasypodidae*) sind in der Regel die Wirbel 2 und 3 oder auch mehr, bis 2—5, miteinander verschmolzen, während der Atlas frei bleibt. Auch hier war natürlich Vorbedingung der Verschmelzung, daß zwischen den betreffenden Wirbeln keinerlei Bewegung stattfand. Wir haben es hier aber mit grabenden Tieren zu tun, auf deren Kopf und Hals der Druck eines noch festeren Mediums, als das Wasser es ist, wirkt; da diese Tiere nun einen festen Hals, gewissermaßen als Schaufelstiel, brauchten, trat eine Verschmelzung ein, und die geringe Forderung nach Beweglichkeit wurde durch das Freibleiben des Atlas erfüllt, weil dadurch gerade die wichtige Drehbewegung erhalten blieb. Als unmittelbare Folge des Druckes verkürzte sich der Hals außerdem.

Genau so liegen die Verhältnisse beim Maulwurf (*Talpa*), bei dem der Atlas frei, die Wirbel 2, 3 und 4 aber verschmolzen sind, und der Hals eine ziemlich starke Verkürzung zeigt.

Beim maulwurfsartigen *Siphneus* sind aus denselben Gründen die 5 hintersten Halswirbel miteinander verwachsen. Die grabende Tätigkeit erzeugt also einen festen und infolge des starken Druckes, ähnlich wie bei den Cetaceen, verkürzten Hals.

Eine ganz anders geartete Ankylose findet sich beim fossilen *Glyptodon*. Bei ihm ist der Atlas frei, der *Epistropheus* mit den folgenden 4 Wirbeln verschmolzen, und dieser Komplex artikuliert mit dem 7. Halswirbel, der seinerseits mit den 2 ersten Rückenwirbeln verwachsen ist. Es wird dadurch nach WEBER (118) „eine Winkelstellung des in den Panzer zurückziehbaren Halses erzielt, die eine auffallende Konvergenz darstellt mit den Schildkröten, die ihren Kopf in ihren Rückenpanzer zurückziehen“. Auch hier konnte die zur Vereinfachung des Mechanismus nötige Verschmelzung nur zu stande kommen, weil zwischen den betreffenden Teilen des Halses keine Bewegung nötig war.

Als Folgen ähnlicher Einflüsse treten also auch bei anderen Wasser und Land bewohnenden Tieren ähnliche Veränderungen der Form und der Mechanik der Halswirbel ein.

Zusammenfassung.

Trotz der großen Unterschiede, die die Halswirbel der Wale in ihren Formen zeigen, ist ihnen allen doch ein Erscheinungskomplex gemeinsam: die Reduktionserscheinungen, die sich hauptsächlich in einer Verkürzung der Halswirbel, und zwar besonders der 5 letzten, äußern.

Die Ursache dieser Veränderungen der ursprünglich normalen Halswirbelsäule ist das Wasserleben, besonders der durch das dichtere Medium bedingte größere Widerstand. Dazu kamen noch sekundäre andere Einflüsse, wie Größe, Schnelligkeit, Art der Nahrungsaufnahme etc., die modifizierend eingriffen, und allerhand andere Erscheinungen, wie Verschmelzungen, Versteifungen u. dergl. hervorbrachten. Zwischen den beiden nicht direkt miteinander verwandten Ordnungen der Barten- und Zahnwale treten dabei keinerlei prinzipielle Unterschiede auf; das Wasserleben hat so lange auf sie eingewirkt, daß die Umgestaltung der Halswirbel in beiden Gruppen zu einem gewissen, in diesem Falle gleichartigen, Abschluß gelangt ist.

Breslau, November 1904.

Literaturverzeichnis.

- 1) ABEL, O., Untersuchungen über die fossilen Platanistiden des Wiener Beckens. Denkschr. der math.-nat. Klasse der Kaiserl. Akad. d. Wiss., Wien 1899.
- 2) — Die Ursache der Asymmetrie des Zahnwalschädels. Sitzungsber. der Kais. Akad. der Wiss. in Wien, Math.-nat. Klasse, Bd. CXI, Abt. 1, Wien 1902.
- 3) ANDERSON, JOHN, Anatomical and zoological researches and zoological results of the Yunnan Expeditions, London 1878.
- 4) AURIVILLIUS, C. W. S., Osteologie und äußere Erscheinung des Wales SOWERBYS (*Micropteron bidens*). Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, Bd. XI, No. 10, Stockholm 1886.
- 5) BEDDARD, F. E., Mammalia. The Cambridge natural history, Vol. X, London 1902.
- 6) VAN BENEDEN, P. J., Un cétacé fluviatile d'Afrique. Bull. de l'Acad. Roy. de Belgique, Sér. 3, T. XXIII, No. 4, Brüssel 1892.
- 7) — et GERVAIS, P., Ostéographie des cétacés vivants et fossiles. Mit Atlas. Paris 1880.
- 8) BENHAM, W. B., Notes on the osteology of the short-nosed Sperm-Whale. Proc. of the Zool. Soc. of London, February 4, 1902.
- 9) BERGMANN und LEUCKART, Vergleichende Anatomie und Physiologie, Stuttgart 1852.
- 10) BOUVIER, E. L., Observations anatomiques sur l'*Hyperoodon rostratus* LILLJEBORG. Ann. d. Scienc. nat., T. XIII, Paris 1892.
- 11) BRONN, H. G., Klassen und Ordnungen des Tierreiches, Bd. VI, Abt. 5, Mammalia, Leipzig 1874—1900.
- 12) BURMEISTER, H., Preliminary description of a new species of Finner Whale (*Balaenoptera bonaërensis*). Proc. of Zool. Soc. of London, 1867.
- 13) — Preliminary observations on the anatomy of *Pontoporia blainvillii*. Proc. of Zool. Soc. London, 1867.
- 14) CARRUCCIO, A., Sovra uno scheletro completo di *Balaenoptera rostrata*. Bollettino della Soc. Zool. Ital., Ser. 2, Vol. I, 1900.
- 15) CARTE, A., and MACALISTER, A., On the anatomy of *Balaenoptera rostrata*. Communicated by W. H. FLOWER. Philosoph. Trans., 1868.

- 16) CASTELNAU, F., Expédition dans la part. centr. de l'Amérique du Sud, Paris 1855.
- 17) COLLETT, R., On the external characters of RUDOLPHI's Rorqual (*Balaenoptera borealis*). Proc. of the Zool. Soc. of London, 1886.
- 18) COPE, E. D., Third contribution to the history of the Balaenidae and Delphinidae. Proc. of the Acad. of Nat. Sc. of Philadelphia, 1866.
- 19) — Fourth contribution to the history of the existing Cetacea. Proc. of the Acad. of Nat. Hist. of Philadelphia, 1876.
- 20) CUVIER, G., Recherches sur les ossements fossiles, Paris 1836.
- 21) — La règne animal, Paris.
- 22) CUVIER, M. F., De l'histoire naturelle des Cétacés, Paris 1836.
- 23) — et GEOFFROY-ST. HILAIRE, Histoire naturelle de mammifères, T. III, Paris 1824.
- 24) DAMES, W., Ueber Zeuglodon aus Aegypten. Paläont. Abhandl. von W. DAMES und E. KAYSER, Bd. V, H. 5, Jena 1889—1894.
- 25) DELAGE, Y., Histoire du *Balaenoptera musculus*, échoué sur la plage de Langrune, Poitiers 1886.
- 26) DUMORTIER, M., Mémoire sur le Delphinorhynque microptère échoué à Ostende, 1839.
- 27) DUVERNOY, M., Mémoire sur les caractères ostéologiques des genres nouveaux ou des espèces nouvelles de Cétacés vivants et fossiles. Ann. des Sciences nat., Sér. 3, T. XV, Paris 1851.
- 28) ESCHRIGHT, D. F., Zoologisch-anatomisch-physiologische Untersuchungen über die nordischen Walfiere, Bd. I, Leipzig 1849.
- 29) — On the species of Orca inhabiting the Northern Seas. Rec. memoirs on the Cetacea, Ray Soc., London 1866.
- 30) — og REINHARDT, J., Om Nordhvalen (*Balaena mysticetus* L.). Vidensk. Selsk. Skr., 5. Raekke, naturvid. og math. Afd., Bd. V, Kopenhagen 1861.
- 31) — — On the Greenland Right-Whale (*Balaena mysticetus*). Rec. memoirs on the Cetacea, Ray Soc., London 1866.
- 32) FLOWER, W. H., On a lesser Fin-Whale (*Balaenoptera rostrata* FABR.) stranded on the Norfolk coast. Proc. of the Zool. Soc. of London, 1864.
- 33) — On a new species of Grampus (*Orca meridionalis*) from Tasmania. Proc. of the Zool. Soc. of London, 1864.
- 34) — Notes on the skeletons of Whales in the Museums of Holland and Belgium. Proc. of the Zool. Soc. of London, 1864.
- 35) — Description of the skeleton of *Inia geoffrensis* and of the skull of *Pontoporia blainvillii*, with remarks on the systematic position of these animals in the order Cetacea. Transact. of the Zool. Soc. of London, Vol. VI, 1869.
- 36) — On the osteology of the Cachalot or Sperm-Whale (*Physeter macrocephalus*). Transact. of the Zool. Soc. of London, Vol. VI, 1869.

- 37) FLOWER, W. H., Description of the skeletons of the Chinese White Dolphin (*Delphinus sinensis* OSBECK). Transact. of the Zool. Soc. of London, Vol. VII, 1872.
- 38) — On Risso's Dolphin, *Grampus griseus* (Cuv.). Transact. of the Zool. Soc. of London, Vol. VIII, 1874.
- 39) — On the recent Ziphioid Whales, with a description of the skeleton of *Berardius arnouxii*. Transact. of the Zool. Soc. of London, Vol. VIII, 1874.
- 40) — A further contribution to the knowledge of the existing Ziphioid Whales. Genus *Mesoplodon*. Transact. of the Zool. Soc. of London, Vol. X, 1879.
- 41) — On the external characters of two species of British Dolphins (*Delphinus delphis* L. and *Delphinus tursio* FABR.). Transact. of the Zool. Soc. of London, Vol. XI, London 1880.
- 42) — Einleitung in die Osteologie der Säugetiere, Leipzig 1888.
- 43) GERSTÄCKER, A., Das Skelett des Döglings (*Hyperoodon rostratus*), Leipzig 1887.
- 44) GERVAIS, P., Mémoire sur la famille des cétacés ziphioides et plus particulièrement sur le *Ziphius cavirostris*. Ann. d. Sc. nat., Zool., Sér. 3, T. XIV, Paris 1850.
- 45) GILL, TH., On two species of Delphinidae from California in the Smithsonian Institution. Proc. of the Acad. of Nat. Sc. of Philadelphia, 1865.
- 46) GRAY, J. E., On the Cetacea which have been observed in the seas surrounding the British Islands. Proc. of the Zool. Soc. of London, 1864.
- 47) — Catalogue of Seals and Whales, 1866.
- 48) GRIEG, J. A., *Mesoplodon bidens* Sow. Bergens Museums Aarbog, 1897, No. 5.
- 49) GULDBERG, G. A., Zur Biologie der nordatlantischen Finnwalarten. Zool. Jahrb., Bd. II, Jena 1887.
- 50) — On the existence of a fourth species of the genus *Balaenoptera*. Journ. of Anat. and Physiol., Bd. XIX, 1888.
- 51) — Bidrag til noiere kundskab om Atlanterhavets rethval, *Eubalaena biscayensis* ESCHR. Christiania Vidensk.-Selsk. Forhandl. for 1891, No. 8, Christiania 1891.
- 52) — Zur Kenntnis des Nordkapers (*Eubalaena biscayensis*). Zool. Jahrb., Abt. f. System., Bd. VII, Jena 1894.
- 53) — Bemerkungen über das Auftreten und den Fang von Pottwalen (*Physeter macrocephalus* L.) an den nordeuropäischen Küsten. Nyt Magazin f. Naturvid., Bd. XXXIX, H. 4, 1901.
- 54) — Ueber Wanderungen verschiedener Bartenwale, Teil 1 u. 2. Biolog. Centralbl., Bd. XXIII, No. 24, 1903, und Bd. XXIV, No. 11, 1904.
- 55) HENKING, Norwegens Walfang. Mitteil. des Deutsch. Seefischer.-Ver., No. 12, Berlin 1899.
- 56) — Ein Finnwal (*Balaenoptera musculus* CAMP.) bei Dievenow. Zool. Anz., Bd. XXIII, No. 628, Leipzig 1900.

- 57) HERTWIG, O., Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere, Jena 1898.
- 58) HOLDER, J. B., The Atlantik Right-Whales. Bull. of the Amer. Mus. of Natur. History, Vol. I, No. 4, New York 1883.
- 59) JUNGCLAUS, F., Der Magen der Cetaceen. Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. XXXII, H. 1, Jena 1898.
- 60) KÜKENTHAL, W., Ueber die Anpassung von Säugetieren an das Leben im Wasser. Zool. Jahrb., Abt. f. System., Geogr. u. Biolog. der Tiere, Bd. V, 1890.
- 61) — Ichthyosaurier und Wale. Neues Jahrb. f. Mineral. etc., Bd. I, 1892.
- 62) — *Sotalia tūsuzii* n. sp. Ein pflanzenfressender (?) Delphin aus Kamerun. Zool. Jahrb., System. Teil, Bd. VI, Jena 1892.
- 63) — Vergleichend-anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Wältieren. Denkschr. der Med.-naturw. Ges. zu Jena, Jena 1893.
- 64) — Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen am Pinnipediergebiß. Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. XXVIII, Jena 1894.
- 65) — Die Wale der Arctis. Fauna Arctica, Bd. I, Lief. 2, Jena 1900.
- 66) LILLJEBORG, W., Synopsis of the cetaceous Mammalia of Scandinavia. Rec. memoirs on the Cetacea, Ray Society, London 1866.
- 67) LÜTKEN, C. F., Kritiske Studier over nogle Tandhvaler af Slaegterne Tursiops, Orca og Lagenorhynchus. Vidensk. Selsk. Skr., 6. Raekke, nat. og math. Afd., Bd. 4, Art. 6, Kopenhagen 1887.
- 68) — Bidrag til Kundskab om de tre pelagiske Tandhval-Slaegter Steno, Delphinus og Prodelphinus. Vidensk. Selsk. Skr., 6. Raekke, nat. og math. Afd., Bd. V, Art. 1, Kopenhagen 1889.
- 69) MACALISTER, A., On some points in the anatomy of *Globiocephalus svineval* (GRAY). Proc. of the Zool. Soc. of London, 1867.
- 70) MALM, A. H., Om SOWERBY's hval. Öfversigt af kongl. Vetensk.-Acad. Förhandl., No. 5, Stockholm 1885.
- 71) MENGE, A., Skelett des breittköpfigen Finnwales *Pterobalaena laticeps*. Schr. der Naturforsch. Ges. zu Danzig, Bd. III, H. 4, 1875.
- 72) MOEBIUS, K., Ueber zwei gestreifte Delphine (*Grampus griseus* CUV.) aus der Nordsee und über die in der Kieler Bucht beobachteten Cetaceen. Schr. d. Naturw. Ver. f. Schleswig-Holstein, Bd. I, 1873.
- 73) — Ueber den Fang und die Verwertung der Walfische in Japan. Sitzungsber. d. Kgl. preuß. Akad. d. Wiss., Bd. LII, Berlin 1893.
- 74) MÜLLER, O., Untersuchungen über die Veränderungen, welche die Respirationsorgane der Säugetiere durch die Anpassung an das Leben im Wasser erlitten haben. Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. XXXII, H. 1, Jena 1898.

- 75) MÜNTER, Ueber diverse in Pommerns Kirchen und Schlössern konservierte Waltierknochen. Jubelschr. z. Feier d. 350-jährigen Bestehens des Nordhäus. Gymnas., Greifswald 1874.
- 76) MURIE, J., On the organization of the Caaing Whale, *Globiocephalus melas*. Transact. of the Zool. Soc. of London, Vol. VIII, 1874.
- 77) — Further observations on the Manatee. Transactions of the Zool. Soc. of London, Vol. XI, 1880.
- 78) OHLIN, A., Some remarks on the Bottlenose-Whale (*Hyperoodon*). Kongl. Fys. Sällsk. i Lund Handl., Bd. IV, Lund 1893.
- 79) OWEN, R., On some Indian Cetacea collected by WALTER ELLIOT Esq. Transactions of the Zool. Soc. of London, Vol. VI, 1869.
- 80) PAQUIER, V., Remarques à propos de l'évolution des Cétacés. Arch. de Zool. expér. et gén., Sér. 3, T. III, Paris 1895.
- 81) PETERS, W., Mitteilungen über die von S. M. S. Gazelle gesammelten Säugetiere. Monatsber. d. Kgl. preuß. Akad. d. Wiss., Berlin 1877.
- 82) RACOVITZA, E. G., Cétacés. Rés. du voyage du S. Y. Belgica en 1897—99, Antwerpen 1903.
- 83) v. RAPP, W., Die Cetaceen, zool.-anatom. dargestellt, Stuttgart u. Tübingen 1837.
- 84) — Anatomische Untersuchungen über die Edentaten, Tübingen 1852.
- 85) REINHARDT, J., *Pseudorca crassidens*, et for den Danske Fauna nyt Hvaldyr. Oversigten over d. K. D. Vid. Selsk. Forhandl., Kopenhagen 1863.
- 86) — On *Pseudorca crassidens*. Rec. memoirs on the Cetacea, Ray Soc., London 1866.
- 87) RICHARD et NEUVILLE, Sur quelques cétacés observés pendant les campagnes du Yacht Princesse-Alice. Mém. de la Soc. zool. de France, T. X, Paris 1897.
- 88) RÜPPELL, E., Beschreibung mehrerer neuer Säugetiere. Museum Senckenbergianum, Bd. III, Frankfurt a. M. 1845.
- 89) SCAMMON, C. M., and COPE, On the Cetaceans of the Western Coast of N. America. Proceedings of the Acad. of Nat. Sc. of Philadelphia, 1869.
- 90) SCHARFF, R. F., A list of the Irish Cetacea. Irish Naturalist, Vol. IX, Dublin 1900.
- 91) SCHNEIDER, J. G., Beiträge zur Naturgeschichte der Wallfischarten, I. Teil, enth. JOH. HUNTERS Anm. über den Bau und die Oekonomie der Wallfische, Leipzig 1795.
- 92) SCOTT, J. H., and PARKER, T. J., On a specimen of *Ziphius* recently obtained near Dunedin. Transactions Zool. Soc., Vol. XII, London 1889.
- 93) STANNIUS, H., Anatomische Beobachtungen über den Tümmler. I. Ber. v. d. Zootom.-phys. Inst. d. Univers. Rostock, 1840.
- 94) — Beiträge zur Kenntnis der amerikanischen Manatis, Rostock 1845.
- 95) — Beschreibung der Muskeln des Tümmlers (*Delph. phocaena*). Arch. f. Anat., Phys. u. wiss. Medizin, Berlin 1849.

- 96) STRASSER, H., Zur Lehre von der Ortsbewegung der Fische, Stuttgart 1882.
- 97) STROMER v. REICHENBACH, E., Die Wirbel der Landraubtiere, ihre Morphologie und systematische Bedeutung. Zoologica, Stuttgart 1902.
- 98) — Bericht über eine von den Privatdocenten Dr. M. BLANCKENHORN u. Dr. E. STROMER v. REICHENBACH ausgeführte Reise nach Aegypten. Sitzungsber. d. mathem.-phys. Klasse d. Kgl. Bayer. Akad. d. Wiss., Bd. XXXII, H. 3, München 1902.
- 99) — Zeuglodonreste aus dem oberen Mitteleocän des Fajüm. Beitr. z. Paläont. u. Geol. Oest.-Ung. u. des Orients, Bd. XV, H. 2 u. 3, Wien u. Leipzig 1903.
- 100) STRUTHERS, S., On some points in the anatomy of a great Fin-Whale (*Balaenoptera musculus*). Journ. of Anat. and Physiol., Vol. VI, London 1872.
- 101) — On the cervical vertebrae and their articulations in Fin-Whales. Journ. of Anat. and Phys., Vol. VII, London 1873.
- 102) — On some points in the anatomy of a *Megaptera longimana*. Journ. of Anat. and Phys., Vol. XXII and XXIII, London and Edinburgh 1888 u. 1889.
- 103) — External characters and some parts of the anatomy of a Beluga (*Delphinapterus leucas*). Journ. of Anat. and Physiol., Vol. XXX, London 1896.
- 104) THOMPSON, D'ARCY, W., On the systematic position of Zeuglodon. Stud. from the Mus. of Zool. in Univ. Coll. Dundee, Vol. I, Dundee 1890.
- 105) TRUE, F. W., On a spotted Dolphin apparently identical with the *Prodelphinus doris* of GRAY. Report of Nat. Mus. Smiths. Misc., Washington 1884.
- 106) — A review of the family Delphinidae. Bull. of the Unit. St. Mus., No. 36, Washington 1889.
- 107) — On the nomenclature of the Whalebone Whales of the tenth edition of LINNAEUS's *Systema naturae*. Proc. of the Unit. States Nat. Mus., Vol. XXI, Washington 1898.
- 108) — Notes on a porpoise of the genus *Prodelphinus* from the Hawaiian Islands. U. S. Fish Commission Bull., Washington 1903.
- 109) — On species of South American Delphinidae described by Dr. R. A. PHILIPPI. Proc. of the Biolog. Soc. of Wash., Vol. XVI, 1903.
- 110) — On some photographs of living Finback-Whales from Newfoundland. Smiths. Misc. Collect. (Quarterly Issue), Vol. XLV, Washington 1903.
- 111) — Notes on a Killer Whale (genus *Orcinus*) from the coast of Maine. Proc. of the Unit. States Nat. Mus., Vol. XXVII, Washington 1904.
- 112) TURNER, W., The anatomy of a second specimen of SOWERBY's Whale (*Mesoplodon bidens*) from Shetland. Journ. of Anat. and Phys., Vol. XX, London and Edinburgh 1886.

- 113) TURNER, W., The Lesser Rorqual (*Balaenoptera rostrata*) in the Scottish Seas, with observations on its anatomy. Proc. of the Royal Soc. of Edinburgh, Vol. XIX, 1893.
- 114) VROLIK, W., Natuur- en Ontleedkundige Beschouwing van den Hyperoodon. Natuurkund. Verhand. van de Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen te Haarlem, 1848.
- 115) WAGNER, J. A., Die Säugetiere (SCHREBER), Teil VII, Erlangen 1846.
- 116) WEBER, M., Studien über Säugetiere. Ein Beitrag zur Frage nach dem Ursprung der Cetaceen, Jena 1886.
- 117) — Ueber *Lagenorhynchus albirostris* GRAY. Tijdschrift der Ned. Dierkundige Vereeniging, Leyden 1887.
- 118) — Die Säugetiere, Jena 1904.
- 119) ZADDACH, G., Beschreibung eines Finnwales (*Balaenoptera musculus* CAMP.). Arch. f. Naturgesch., 41. Jahrg., Bd. I, Berlin 1875.
- 120) ZITTEL, K. A., Handbuch der Paläontologie und Paläozoologie, Bd. IV, München und Leipzig 1891—1893.