

# Schwieriger Krillfang DER WALE



Ein Blauwal auf Fresstour:  
Seine gefurchte »Kehle« dehnt sich  
gewaltig, wenn er einen Riesenschluck  
Wasser ins Maul nimmt, aus dem er  
mit seinen Barten den Krill abfiltert.

RANDY MORSE, GOLDENSTATEIMAGES.COM

Moderne Technik enthüllt, wie die Furchenwale Nahrung erbeuten:  
Ein Blauwal etwa bläht in einem gewaltigen Vorstoß in einen  
Krillschwarm Kehle und Vorderbauch wie einen Ballon auf. Doch  
dem sind Grenzen gesetzt.

Von Jeremy A. Goldbogen

**E**rst beschleunigt der Finnwal kräftig, dann reißt er sein Maul auf und lässt 70 000 Liter Wasser hineinschwappen. Das wiegt mehr als er selbst! In ein paar Sekunden erbeutet er so zehn Kilogramm Kleinkrebse. Das wiederholt er bei einem tiefen Tauchgang mehrfach.

Mit dieser Methode fängt solch ein großer Furchenwal in wenigen Stunden seinen Tagesbedarf an Futter, über eine Tonne Krill. Wenn er das Maul bei hoher Geschwindigkeit etwa 90 Grad weit öffnet, drücken die Wassermassen gewaltsam hinein. Sie finden Platz, weil sich die Hautfurchen an Kehle und Bauch wie eine Ziehharmonika bis zum Vierfachen dehnen. Schließt der Wal den Kiefer wieder, erinnert er an eine aufgeblähte Riesenskualquappe.

Keine Minute später hat er seine elegante Stromlinienform zurückerlangt – das Wasser ausgespicien und den Krill abgeseiht.

Schon vor Jahren bezeichnete Paul Brodie vom Bedford Institute of Oceanography in Dartmouth (Nova Scotia, Kanada) die Ernährungsweise von Finnwalen als größte biomechanische Aktion im Tierreich. Nur Furchenwale bedienen sich dieser Methode: eine Familie der Bartenwale, zu deren Arten neben dem Finnwal unter anderem auch der Blau- und der Buckelwal zählen. Wie alle Bartenwale ernähren sich die Furchenwale von kleinen Schalentieren und Fischen, die sie mittels ihrer Barten aus dem Wasser filtrie-

ren. Diese schmalen, großen, zerfransten Hornplatten hängen in großer Zahl dicht an dicht am Oberkiefer.

Erst in den letzten Jahren konnten meine Kollegen und ich Genaueres darüber herausfinden, wie Furchenwale ihre Fressmanöver durchführen. Wir verdanken das digitalen Sensorchips, auf den Rücken der Ozeanriesen angebracht. Damit ließen sich ihre einzelnen Bewegungen während eines Tauchgangs messen. Wir berechneten die physikalischen Kräfte beim Vorstoß in einen Krillschwarm und die jeweils aufgenommene Wassermenge. Das alles gab uns auch eine gute Vorstellung vom eindrucksvollen Gestaltwechsel der Tiere.

Die Ergebnisse bestätigten vieles von dem, was frühere Walforscher nach anatomischen Befunden und Beobachtungen an der Meeresoberfläche schon vermutet hatten. Allerdings deckten die neuen Daten auch Unerwartetes auf, das weitere anatomische Analysen erforderlich machte.

Eine erste Vorstellung von der Fressweise der Furchenwale lieferten insbesondere Arbeiten der letzten Jahrzehnte von August Pivorunas, Richard Lambertsen und Paul Brodie. Diese Forscher untersuchten vor allem die anatomischen Strukturen im Dienst der Beuteattacken. Tatsächlich wirkt daran so manches bizarr. Der Kopf eines Furchenwals erinnert eher an ein Reptil als an ein Säugetier. Das liegt daran, dass dessen Form ökonomischem Schwimmen gerecht werden muss, aber dem Tier auch erlauben soll, Riesenschlucke einzuholen. Der Mund muss sich zum Fressen sehr weit öffnen können, und die Mundhöhle muss sich stark ausdehnen. Doch dann gilt es, schnell wieder zu einer festen Stromlinienform ohne hinderliche Falten zurückzufinden, die dem Wasser bei langen Tauchgängen und auf den weiten Wanderungen möglichst wenig Widerstand entgegensetzt.

SHEPHERD MUSEUM AND ARCHIVES



**Auf dem alten Foto vom Kopf eines Blauwals ist rechts der nach dem Tod erschlaffte Kehlbereich mit den Furchen zu sehen. Links sind die Barten zu erkennen, unten die schlaffe Zunge.**

Bei den größeren Furchenwalen messen Kopf und Kiefer fast ein Viertel vom Körper. Der Unterkiefer ist mit der Schädelbasis über riesige, elastische, ölhaltige Kissen aus Fasern und Knorpeln verbunden – eine einzigartige Konstruktion, die außer bei den Furchenwalen allenfalls noch beim nah mit ihnen verwandten Grauwal vorkommt. Dieses Gelenk erlaubt ein Abklappen des Unterkiefers um fast 90 Grad. Denn vom Öffnungswinkel des Riesenmauls hängt die Angriffsfläche auf den Krill im Verhältnis zur Gesamtfläche des Wals ab, die er von vorn gesehen bietet.

Als weitere Besonderheit sind rechter und linker Unterkieferast vorn in der Mitte nicht fest verwachsen, sondern elastisch verknüpft. Die Furchenwale besitzen dort gewissermaßen ein drittes knorpelig-faseriges Kiefergelenk. Es

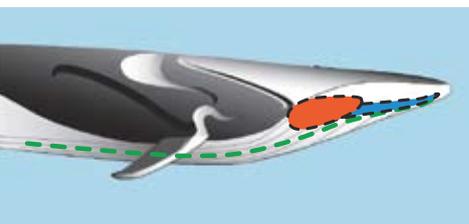
ist so flexibel, dass sich die beiden stark gekrümmten Kieferäste nach außen drehen können, was die Mundöffnung noch mehr vergrößert. Das lässt sich sowohl bei jagenden Furchenwalen an der Wasseroberfläche beobachten als auch an Kadavern, bei denen die erschlafften Muskeln die beiden Kieferseiten nicht mehr zusammenhalten.

Auch die sonderbare Zunge hilft dabei, schnell einen möglichst großen Wasserschwall in den Mund zu bekommen. Sie ist weich und äußerst stark verformbar, besteht hauptsächlich aus einem elastischen Fettgewebe und enthält nur schwach ausgeprägte Muskeln. Unter dem Zungengrund beginnt eine in die Muskulatur der Körperunterseite eingebettete Tasche, die bis zum Bauchnabel reicht, wo die Bauchfurchen aufhören. In diese Tasche hinein dehnt sich die Zunge bei einer Fressattacke auf höchst eigenartige Weise weit nach hinten, bis sie sie ganz auskleidet (siehe Bilder unten). Der dabei entstehende riesige Hohlraum nimmt die Wassermassen bei einer Beutetacke auf.

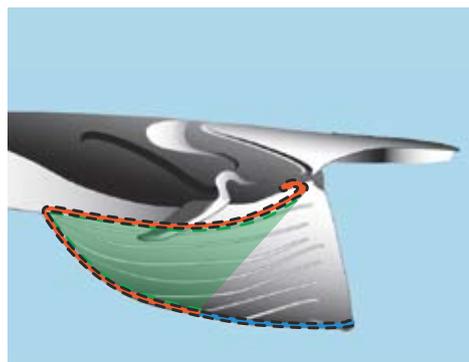
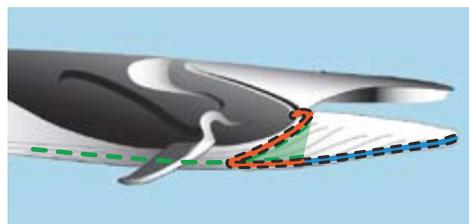
Das alles wäre dem Wal ohne seine markanten Bauchfurchen allerdings nicht möglich. Auch die Körperwand muss sich ja zur Wasseraufnahme weit dehnen können. An sich verleihen ihr der steife Blubber (der Speck unter der Haut) und das kräftige Bindegewebe Festigkeit. Doch an der Unterseite des Körpers, praktisch von der Kopfspitze bis zum Bauchnabel, somit fast bis zur Körpermitte, tragen die Furchenwale einen Blubber mit jenen besonderen, von vorn nach hinten ziehenden festen Rippen und langen, tiefen Falten dazwischen (Bilder rechts). Das Gewebe in den Rillen ist besonders zart und elastisch. Bei entspannter Muskulatur vermag sich diese Struktur wie eine Ziehharmonika zu dehnen. Es lohnt sich, das mechanische Verhalten dieser Speckpartie näher zu betrachten.

Erste wichtige Einsichten dazu brachten Ende der 1980er Jahre schlichte Dehnungsexperimente von Lisa Orton und Paul Brodie. Die beiden Forscher arbeiteten mit frischem Material von Finnwalen, das sie von der isländischen Walfangstation Hvalfjörður bezogen. Es machte der Ziehharmonikastruktur nichts aus, wenn sie sie gegenüber dem Ruhezustand um ein Mehrfaches dehnten: Danach zogen sich der Blubber und die Muskelschichten von allein wieder zusammen, denn jenes Gewebe enthält große Mengen des Proteins Elastin. Hilfreich ist auch, dass die Furchenpartie ohne Muskeltonus wie ein schlaffer Fallschirm locker auseinanderfällt.

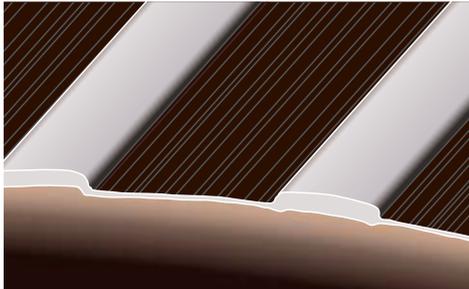
Die starke Dehnbarkeit der Furchen erklärt zwar das gewaltige Fassungsvermögen der Kehltasche. Doch woher rührt die Kraft, die



**EIN WAL WIRD ZUM BALLON**  
Bei normalem Schwimmen (oben) liegt die Zunge (rot) eingerollt am Mundboden (blau). Der Kehlsack (grün) ist flach. Setzt das Tier zu einem Beutestoß an (oben rechts), dringt die Zunge in den Kehlsack vor. Bei dessen maximaler Ausdehnung kleidet sie ihn großenteils aus. Auch der Mundboden dehnt sich stark (unten rechts).



AMERICAN SCIENTIST



AMERICAN SCIENTIST



NICK PYENSON, LINDBERG-BARNOSKY LAB, UNIVERSITY OF CALIFORNIA MUSEUM OF PALEONTOLOGY

das Gewebe derart streckt? Welche Rolle spielt dabei etwa die Schwimmggeschwindigkeit des Wals, der plötzlich einen stärkeren Wasserwiderstand erfährt, wenn er sein Maul öffnet? Theoretisch könnte seine Geschwindigkeit allein ausreichen, um die Kehltasche zu füllen – wenn sie hoch genug ist. Orton und Brodie errechneten, dass ein Finnwal für eine Maximalfüllung nur auf drei Meter pro Sekunde beschleunigen müsste.

Das passte zwar zu Beobachtungen an Krillfangenden Walen an der Meeresoberfläche. Doch gilt das Gleiche für Jagdmanöver in der Tiefe? Lange fehlten uns die technischen Möglichkeiten, hierüber Näheres herauszufinden. Erst seit ein paar Jahren wissen wir mehr darüber.

### Einem Wal beim Fressen zugucken

Die ersuchten Daten lieferte eine digitale Messvorrichtung, die Bill Burgess von der Firma Greeneridge Sciences entwickelt hat. Das hochauflösende, kleine Gerät haftet mit Saugnapfen am Walrücken. Es enthält verschiedene Sensoren, so ein Unterwassermikrofon, einen Druckwandler und einen Beschleunigungsmesser – sowie einen Schwimmkörper, um den Apparat später auf dem Wasser wiederzufinden. Einem auftauchenden Wal diese Vorrichtung mit einer langen Fiberglasstange auf den Rücken zu heften, erfordert jahrelange Übung (Foto S. 64), zudem normalerweise den gut koordinierten Einsatz eines kleineren Boots und seines Versorgungsschiffs. Doch wenn alles klappt, erhalten wir tatsächlich einen kurzen Einblick in das Geschehen in der Tiefe: wie tief der Wal taucht, wie er seinen Körper orientiert, ob und in welchen Phasen er aktiv schwimmt und wann er nur treibt.

Die Arbeiten vor Ort leiteten John Calambokidis und Greg Schorr vom Cascadia Research Collective in Olympia (US-Bundesstaat Washington) und Erin Oleson von der Scripps Institution of Oceanography in San Diego (Kalifornien). Seit acht Jahren gibt es jeden Sommer an verschiedenen Stellen vor der kalifornischen und mexikanischen Küste Einsätze. Dadurch wissen wir nun, dass Furchenwale oft mehrmals kurz hintereinander recht tiefe Tauchgänge absolvieren, die teils bis 300 Meter hinabreichen (siehe Diagramm S. 65). Immer im untersten Abschnitt zeichnete das Gerät eine Serie von stark welligen Bewegungen auf. Während dieser unruhigen Phasen machte der Wal kräftige Schwimmstöße. Gleichzeitig nahmen die Wasserströmungsgeräusche ab. Es wirkte, als ob die Schwimmggeschwindigkeit des Wals rasch abnahm – wie es für Beuteattacken an der Oberfläche typisch ist.

Dass es sich tatsächlich um Fressschübe handelte, erwiesen Aufnahmen aus einer anderen Quelle. Hierbei wurden den Walen kleine Kameras verpasst, Crittercam genannt, die der Tierfilmer Greg Marshall mit Unterstützung von National Geographic entwickelt hat. Damit solch eine Videokamera in dunkler Tiefe noch etwas aufnimmt, ist sie mit einer Infrarotlampe ausgestattet, zudem mit einem Rekorder für Zeit- und Tiefenmessungen. Die Bilder zeigten die Wale in den Tauchtälern inmitten dichter Krillwolken. Auf einer Filmspur erkennt man, wie der Unterkiefer am Beginn einer Attacke weit herunterklappt. Gleich darauf wird das Strömungsgeräusch leiser, und die große Kehltasche weitet sich. Solche Aufnahmen bestätigten die Vermutung, dass ein Wal während eines Tauchgangs im tiefsten Bereich mehrmals hintereinander Krill fängt.

Ein Furchenwal kann seine vordere Unterseite um über das Doppelte dehnen. Zwischen festen Rippen befindet sich ein zartes, elastisches Gewebe.

## In Kürze

- ▶ **Die Furchenwale**, zu denen die größten Wale gehören, erbeuten ihre Nahrung in Riesenschlucken. Pro Attacke auf den Krill nehmen sie eine größere Wassermenge auf, als ihrem eigenen Volumen entspricht.
- ▶ **Bei jedem Beutestoß** dehnt sich von der Kehle bis zur Körpermitte eine innere Tasche weit aus. Die Furchen im Bauchblubber werden dafür um ein Mehrfaches gestreckt.
- ▶ Furchenwale folgen hierbei nicht dem passiven Fallschirmprinzip, sondern **manipulieren den Strömungswiderstand aktiv**. Das gesamte Manöver kostet sie so viel Kraft, dass die Giganten der Meere wahrscheinlich nicht noch größer werden könnten.



SHERWIN COTLER UND JOHN CALAMBOKIDIS, CASCOBAYRESEARCHING

**Einem Blauwal eine Messvorrichtung zu verpassen, erfordert viel Geschick. Der rote Schwimmer erleichtert das Wiederfinden, wenn die Saugnäpfe sich vom Tier gelöst haben.**

Die Stärke des Strömungsgeräuschs, so ergaben die Auswertungen, erlaubt Rückschlüsse auf die Schwimmgeschwindigkeit des Tiers. Diese ändert sich während einer Attacke erstaunlich schnell. Finnwale etwa schwimmen am Beginn eines Beutestoßes drei Meter pro Sekunde – genau wie von Orton und Brodie postuliert, damit sich die Kehltasche passiv ausdehnen kann. Dann aber wird der Wal sehr schnell langsamer – während er jedoch weiterhin viel Kraft zum Schwimmen einsetzt. Offensichtlich kämpft er gegen einen hohen Widerstand an, sobald er sein Maul weit öffnet.

Die Aufzeichnungen eigneten sich erfreulicherweise auch dazu, die Menge des aufgenommenen Wassers zu ermitteln. Zu dem Zweck brauchten wir gleichzeitig anatomische Daten, weil Länge, Form und Stellung der Unterkieferäste die Größe der Mundöffnung und damit die eindringende Wassermenge entscheidend mitbestimmen. Also vermaßen Nick Pyenson von der Smithsonian Institution, Bob Shadwick von der University of British Columbia und ich die Schädel und die Unterkiefer von möglichst vielen Walskeletten in Museen.

Wie viel Wasser nun »schluckt« ein Finnwal bei einer Attacke auf Krill? Nach unseren Berechnungen dürfte er bei voll geöffnetem Maul pro Sekunde 20 Kubikmeter aufnehmen können. Insgesamt erfasst er während eines sechs Sekunden dauernden Manövers rund 60 Tonnen Krillwasser – was wiederum zu Brodies Berechnungen gut passt. Das entspricht ungefähr dem Volumen eines Autobusses. Der zugehörige Wal selbst wiegt übrigens »nur« um die 45 Tonnen. Zwangsläufig setzt sich das Tier bei solch einem Vorstoß

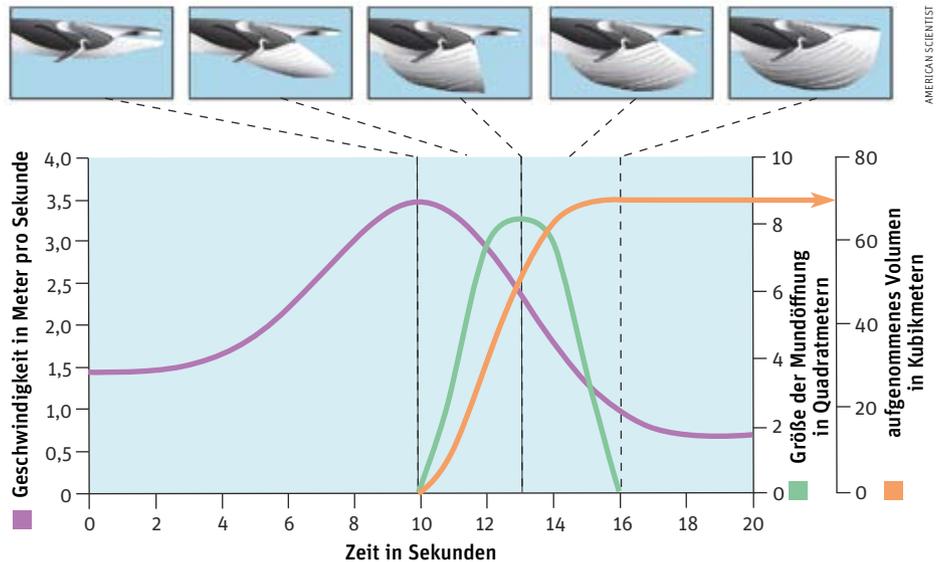
einem gewaltigen Strömungswiderstand aus. Dagegen anzukämpfen, verlangt ihm viel Energie ab. Die geleistete Arbeit steigt während der Attacke auf das Dreifache, der Strömungswiderstand zugleich etwa um den Faktor fünf.

Eine weitere wichtige Größe ist der Widerstandsbeiwert (Strömungswiderstandskoeffizient). Für wenig stromlinienförmige Körper ist der Wert hoch, für solche hingegen, die dem Medium wenig Widerstand entgegensetzen, klein. Nach unseren groben Berechnungen dürfte der Widerstandsbeiwert während eines Beutemanövers um mehr als eine Größenordnung ansteigen. Das ist leicht einzusehen: Das elegante, schlanke Tier verwandelt sich in ein bizarr aufgeblähtes Etwas mit einer weiten, nach vorn offenen Klappe. Interessanterweise gleichen die maximalen Widerstandsbeiwerte denen von Fallschirmen. Letztere brauchen den Luftwiderstand, damit sie sich überhaupt aufblähen und ihre Fracht abbremsen. Wale benötigen den Wasserwiderstand, damit sich ihre Kehlhöhle dehnt und Krill einfängt.

Zusammen mit dem Fallschirm-Physiker Jean Potvin von der Saint Louis University (Missouri) entwickelten wir ein verfeinertes Modell zum Fressablauf bei Furchenwalen, wobei wir Erkenntnisse jahrzehntelanger Studien zur Fallschirmfaltung einarbeiteten. Dieses Modell sollte die Geschwindigkeitsabnahme eines jagenden Wals bei bestimmten Körpermaßen und vorgegebenem Anfangstempo vorhersagen. Dabei kam heraus: Die errechneten Werte passten ganz und gar nicht zu den realen Messdaten während eines Tauchgangs. Somit öffnet sich die große Kehltasche bestimmt nicht wie ein Fallschirm rein passiv. Es stimmt eben nicht, dass einfach der Wasserdruck das elastische Gewebe auf-

**BALD ELEGANT, BALD PLUMP**

**Wie Furchenwale fressen,** ermittelten Forscher mit Hilfe von elektronischen Sensoren, die sie an Tieren anbrachten. Der Wal taucht einige hundert Meter tief, beschleunigt dann (lila), während er in einen Krillschwarm hineinstößt, und öffnet sein Maul weit (grün). Der so erzeugte starke Strömungswiderstand bremst ihn ab, und sein Maul nimmt eine riesige Menge Wasser auf (orange). Nun schließt das Tier das Maul und beginnt das Wasser abzufiltern. Schnell ist es für den nächsten Beutestoß bereit.



AMERICAN SCIENTIST

dehnt, weil dieses ihm kaum Widerstand entgegengesetzt.

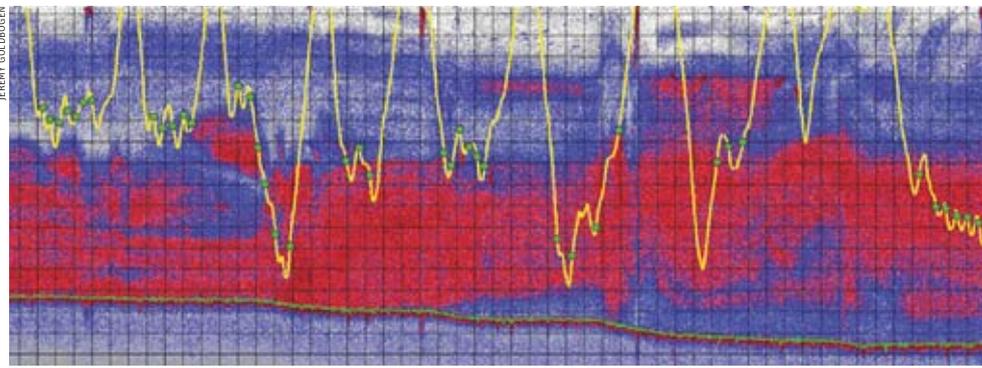
Bei einem passiven Ablauf würde ein Finnwal am Anfang der Attacke nicht so rasch langsamer werden wie in Wirklichkeit (siehe Grafiken S. 66). Der vorhandene Strömungswiderstand genügt dafür schlicht nicht. Auch würde das Wasser im Vergleich mit den Messwerten viel zu schnell einströmen – die Kehlhöhle wäre schon gefüllt, wenn der Wal sein Maul gerade erst ganz aufgerissen hat, also bereits mitten im Beutestoß. Das maximale Fassungsvermögen würde schlagartig erreicht, und die aufgenommene Wassermasse müsste ebenso unverzüglich auf die derzeitige Geschwindigkeit des Tiers beschleunigt werden, also auf etwa zwei Meter pro Sekunde. Allein das würde auf die Wände der Bauchtasche übermäßige, unrealistische Kräfte ausüben.

In dem Szenario gäbe es dann eigentlich nur zwei Möglichkeiten: Entweder würde der Kehlsack platzen – oder er wäre stark und fest genug, den immensen Kräften standzuhalten. In dem Fall aber würde das Wasser in einem Riesenschwall sofort zurück ins Meer gestoßen, schneller, als der Wal sein Maul schließen kann. Für Finnwale zumindest kommt das passive Verfahren somit nicht in Frage. Ob es für andere Arten gilt, bleibt zu prüfen.

### Empfindsamer Blubber

Welchen Trick Furchenwale tatsächlich benutzen, lassen einige anatomische Besonderheiten beim Blubber an Bauch und Kehle erahnen. Zum einen ist der gefurchte Speck fest mit mehreren Schichten gut entwickelter Muskeln unterlegt. Zum anderen fanden Merijn de Bakker und seine Kollegen von der Universität Leiden sowohl in diesen Muskeln als auch im Blubber des Kehlsacks Nervenendigungen, die auf mechanische Reize reagieren. Die Mechanorezeptoren konzentrieren sich gerade in den Furchen, also in den gedehnten Bereichen. Können diese Wale dank der Nervenenden ermessen, wie stark die Tasche schon vergrößert ist, das heißt, wie viel Wasser sie aufgenommen haben? Und erzeugen sie mit der zugehörigen Muskulatur dann etwa Gegenkräfte, die das Wasser im Maul langsam nach vorn drücken? Möglich wäre das, wenn die Muskeln der zunehmenden Dehnung schon früh im Vorstoß aktiv standhielten. Dadurch überträgt der Wal zeitig einen Impuls auf den Wasserkörper in seinem Kehlsack. So würde er selbst langsamer, und gleichzeitig würde dieses Wasser beschleunigt, wodurch sich beider Geschwindigkeiten annäherten.

Eine Simulation mit diesen Vorgaben einer aktiven Wasseraufnahme entsprach den Messwerten zur Schwimgeschwindigkeit der Wale



recht gut. Offenbar ist die Wasseraufnahme ein aktiver Prozess, ganz anders als bei einem Fallschirm. Warum aber presst ein Furchenwal das Wasser während der Attacke gleich wieder nach vorn, Richtung Maul – wo es doch eigentlich darauf ankäme, einen Riesenschluck zu fassen? Nun, dieses Verhalten erhöht den Strömungswiderstand noch. Deswegen passte die Simulation besser zu den Messdaten. Es mag nicht unmittelbar einleuchten, doch für den Wal ist es günstiger, das Wasser in seinem Maul schon während der Attacke langsam nach vorn zu drücken. Die Widerstandskräfte verteilen sich dann über eine längere Phase. Das wiederum mindert die Spitzenwerte, die der gedehnte Kehlsack aushalten muss.

Zudem dürfte solch eine Vorgehensweise das Abfiltrieren des Krills mit den Barten sowohl energetisch als auch mechanisch effizienter machen. Bei dieser Methode muss nicht die gesamte Wassermenge auf einmal von null an beschleunigt werden. Des Weiteren könnte so ein Verhalten den Walen eine so genannte Querstromfiltration erlauben, die verschiedene Vorteile bietet. Das Wasser im Maul strömt weitgehend parallel zur Filteroberfläche der Barten, läuft also vermutlich darüber hin und nicht quer durch sie hindurch. Viele Fische und andere Planktonfiltrierer benutzen Querstromfiltration. Auch die Industrie verwendet diesen Filtertyp – in großem Maßstab etwa zum Wasserreinigen oder in der Getränkeproduktion, wie von Bier und Wein, sowie bei verschiedenen biotechnologischen Prozessen. Er spielt auch bei der Dialyse eine Rolle. Der Vorteil: Auf der Oberfläche bildet sich kein so genannter Filterkuchen, der den Filter irgendwann zusetzt.

Ob sich Wale dessen wirklich bedienen, steht noch nicht fest, wäre aber plausibel. Wie sollten die Meeresriesen mit ihrer schlaffen Zunge festgebackenen Krillkuchen aus den Barten holen können? Ein weiterer Vorteil: Lästige Kleinlebewesen könnten sich schwerlich in den Barten einnisten. Vielleicht gelingt es den Forschern ja irgendwann, die Strömungen in einem Walmaul zu filmen und in dieser Frage Klarheit zu schaffen.

**Dokument einer Buckelwal-Mahlzeit: Immer wieder taucht das Tier 50 bis 140 Meter (gelbe Linien) in einen Krillschwarm ab und vollzieht jedes Mal gleich mehrere Attacken (grüne Punkte). (Das waagrechte Raster markiert 10-Meter-Ab-schnitte, die grüne Linie den Meeresboden; hohe Krilldichte: rot, mittlere: blau.)**

### FURCHENWALE

Die Furchenwale bilden innerhalb der Bartenwale eine eigene systematische Familie. Die beiden größten Arten sind der Blau- und der Finnwal – die größten heutigen Tiere überhaupt. In dieselbe Familie gehört unter anderem auch der Buckelwal. Charakteristisch für all diese Arten ist der stark gefurchte, dehnbare Blubber an Kehle und Bauch.

Anders als die Zahnwale haben die Bartenwale keine Zähne und fischen mit großen zerfransten Hornplatten – den Barten – hauptsächlich Krill. Bis auf den Pottwal, den größten Zahnwal, gehören zu ihnen alle Großwale: neben den Furchenwalen unter anderem die Glattwale, darunter der Grönlandwal, sowie der Grauwal.

Seine besondere Ernährungsweise und Fangtechnik verlangt einem Furchenwal viel Energie ab. Es erfordert eine Menge Kraft, die Wassermasse im Maul zu beschleunigen. Außerdem bremst der provozierte hohe Strömungswiderstand das Tier stark ab, weswegen es für den nächsten, gleich anschließenden Fangstoß erst wieder in Fahrt kommen muss. Gewöhnlich vollführt der Wal pro Tauchgang eine Reihe von Attacken (siehe Diagramm S. 65), bis er zum Atmen wieder nach oben schwimmt. Dass ihn seine Manöver viel Energie kosten, zeigen die relativ kurzen Tauchzeiten von nur um die 15 Minuten. Länger reicht der Sauerstoffvorrat offenbar nicht.

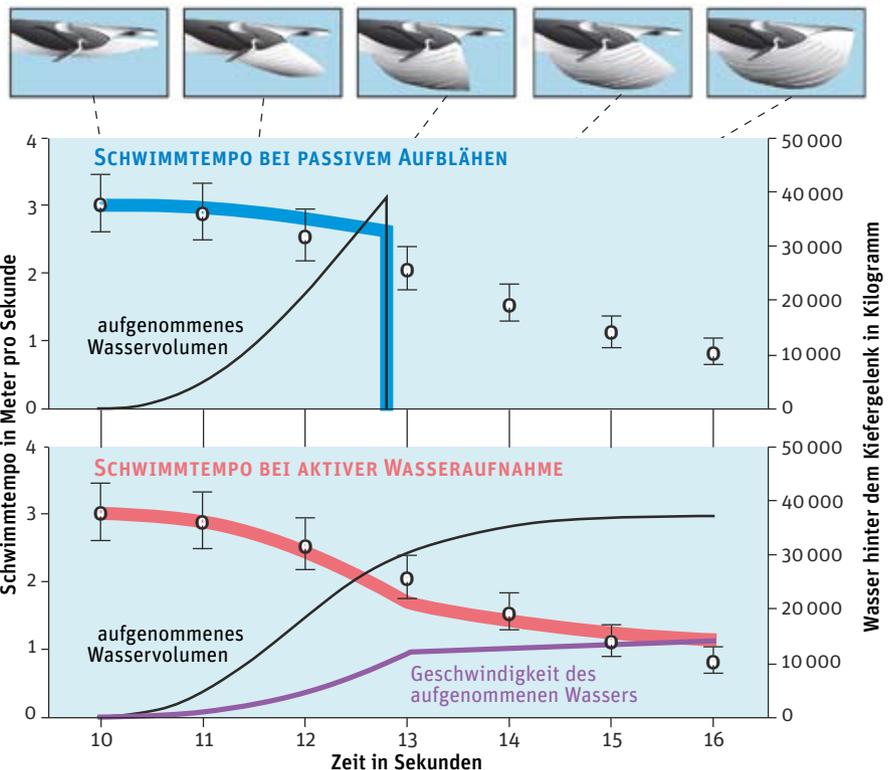
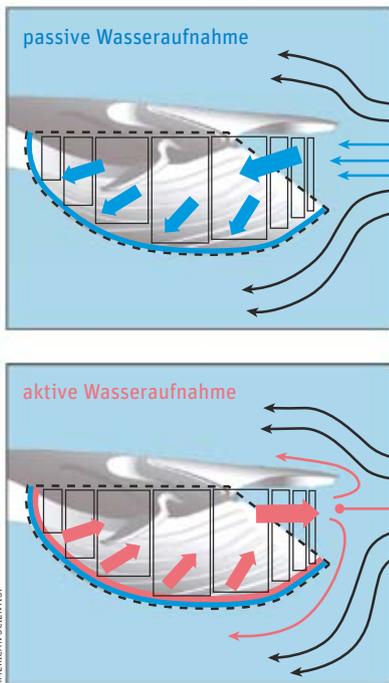
Für Tiere dieser Größe sind so kurze Tauchzeiten ungewöhnlich. An sich steigt die mögliche Verweildauer unter Wasser mit der Körpermasse an, weil der Stoffwechsel eines größeren Tiers entsprechend effektiver funktioniert. Ohne den zusätzlichen Kraftaufwand müssten die größten Wale somit eigentlich deutlich länger tauchen können. Dass ihr Zeitfenster viel enger bemessen ist als erwartet, erkannte schon vor zehn Jahren ein Team um Donald Croll von der University of California in Santa Cruz mittels einfacher Messvorrichtungen, die am Rücken von Blau- und Finnwalen befestigt wurden. Wie diese Forscher auch beobachteten, gönnt sich ein Wal eine umso längere Erholungsphase an der Oberfläche, je mehr Fressattacken in größerer Tiefe er gerade hinter sich hat. Solche Befunde ließen sie bereits ver-

**DER KOPF WÄCHST STÄRKER**

**Die Körperproportionen** eines Finnwals verändern sich, wenn das Tier größer wird. Kopf und Vorderkörper legen viel mehr zu als der Schwanzbereich. Insbesondere verschiebt sich dadurch das Aufnahmevermögen des riesigen Kehlsacks im Verhältnis zur Körperlänge: am Ende für eine Wassermasse, die 133 Prozent der Körpermasse entspricht. (Die Größe der Mundöffnung bezieht sich auf die Körperlänge von vorn.)

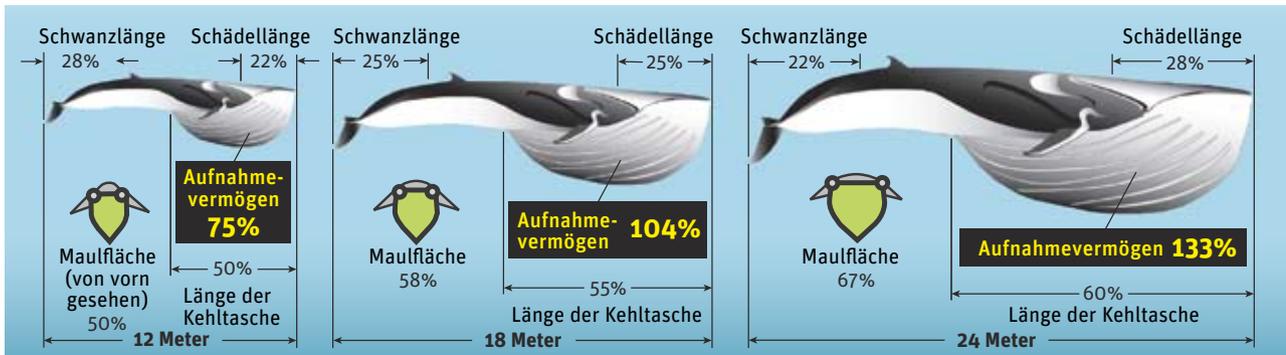
**DIE BESTE FANGMETHODE**

Würde der Wal sein offenes Maul dem Strömungswiderstand passiv aussetzen (oben), so müsste er platzen – oder das Wasser würde mitten in der Attacke wieder hinauskatapultiert. Er hat besseren Erfolg, wenn er in seinem Kehlsack gleich einen Muskelwiderstand produziert (unten) und das Wasser langsam beschleunigt. Die Messwerte (weiße Kreise) passen zum aktiven Verhalten der Simulation.



muten, dass jeder Vorstoß auf Krill wegen des damit verbundenen Strömungswiderstands hohe energetische Kosten verursacht. Das haben andere Untersuchungen inzwischen bestätigt – auch für den Buckelwal.

Auf Grund des kleinen Zeitfensters sind gerade Furchenwale auf dichte Krillschwärme angewiesen. Vermutlich sind die Tiere schon wegen solcher Zwänge so konstruiert, dass sie pro Attacke einen größtmöglichen Schluck aufnehmen. Das mag erklären, wieso die Kehltasche bis zum Bauchnabel – bis zur Körpermitte – reicht und wieso der Unterkiefer fast ein Viertel der Körperlänge beträgt, somit eine riesige Mundöffnung zulässt. Zu fragen wäre allerdings: Warum ist dieser ganze Apparat nicht noch viel größer? Wo liegen die



Grenzen? Spannend zu wissen wäre insbesondere, ob seine Ausmaße im Verhältnis zur Körpergröße variieren. Antworten fand ich bei der Sichtung älterer Aufzeichnungen und Abhandlungen rund um den Walfang, die viele anatomische Angaben liefern.

### Größengrenzen für Riesenwale

Um 1920 begannen die so genannten Discovery Investigations – Forschungsexpeditionen unter der britischen Regierung über die großen Wale, ihr Leben und ihre Ökosysteme in den südlichen Meeren mit dem Ziel, das Management und die industrielle Handhabung des Walfangs auch in Hinsicht auf die Bestände zu verbessern. Diese Forschungen, die über Jahrzehnte fortgeführt wurden, lieferten einen Großteil des Wissens über die Meeresriesen. Eine Studie befasste sich mit den Körperproportionen und dem Wachstum von Finn- und Blauwalen, den beiden größten Furchenwalen. Ein junger Finnwal misst bei seiner Entwöhnung von der Muttermilch etwa zwölf Meter Länge, ein Blauwal ungefähr 16. Ausgewachsen bringt es ein Finnwal auf 24, ein Blauwal auf 28 Meter. Nach anderen Quellen sind Maximallängen von fast 27 und über 33 Metern bekannt.

Die erwähnte Studie liefert für etliche hundert Blau- und Finnwale des gesamten Größenspektrums Maße vom Kopf und der Kehltasche. Schon damals entdeckten die Forscher etwas Merkwürdiges, was sie aber nicht erklärten: Ein größeres Tier besitzt bezogen auf seine Gesamtlänge verhältnismäßig größere Kiefer und auch eine längere Kehltasche. Der Anteil des Hinterkörpers – von der Rückenflosse bis zur Fluke (Schwanzflosse) – an der Körperlänge nimmt dagegen ab. Das heißt, der Kopf wird relativ um einiges größer, das Hinterende relativ kürzer, wenn der Wal wächst (Grafiken oben).

Anhand dieser alten Daten errechneten meine Kollegen und ich für Finnwale die

Wasseraufnahmekapazität im Verhältnis zur Körpergröße. Deutlich ergab sich bei längeren Tieren ein in der Relation viel größeres Fassungsvermögen als bei kleineren – was in Anbetracht der verschobenen anatomischen Maße nicht weiter verwundert.

Doch warum bleibt der Hinterkörper im Wachstum zurück? Wir halten das für einen Kompromiss, weil der Vorderteil übermäßig viele Ressourcen bindet, um überproportional zulegen zu können. Offenbar lässt sich nur auf solche Weise die Wasseraufnahmekapazität des erwachsenen Tiers optimieren – wenn also der Kopf, der zugleich deutlich breiter wird, das Maul und die Kehltasche samt zugehörigem Blubber und den Furchen am Bauch im Verhältnis besonders stark zunehmen. Falls auch andere Furchenwale derart ungleich heranwachsen, dann läge hier eine besondere Anpassung an ihre spezielle Fressweise vor.

Der relativ kurze Hinterkörper dürfte die Schwimmleistung des ausgewachsenen Wals nicht beeinträchtigen. Denn die Größe der Fluke bleibt im Verhältnis zur Körperlänge gleich – und damit die Fläche für den Schub. Dennoch hat das wachsende Schluckvermögen seinen Preis. Schließlich muss der Wal umso größere Wassermassen beschleunigen, also dafür mehr Energie, sprich Kraft aufbringen.

Eine Attacke kostet ein großes Tier demnach im Verhältnis mehr als ein kleineres. Das könnte die ohnehin knappe Tauchdauer noch mehr einschränken. Dichte Krillvorkommen befinden sich aber meist in größerer Tiefe. Irgendwann müsste bei der Körpergröße der Wale eine Grenze erreicht sein, bei der ein Beutezug mehr Energie abverlangt, als er mit der Nahrung einbringt.

Nach unseren Berechnungen wäre ein gigantischer Furchenwal, der selbst den Blauwal weit in den Schatten stellte, nicht lebensfähig – er würde sozusagen im Schlaraffenland verhungern.



**Jeremy A. Goldbogen** arbeitet an der Scripps Institution of Oceanography an der University of California in San Diego. Er promovierte 2009 in Zoologie an der University of British Columbia mit Hauptsitz bei Vancouver.

© American Scientist  
[www.americanscientist.org](http://www.americanscientist.org)

**Goldbogen, J. A. et al.:** Foraging Behavior of Humpback Whales: Kinematic and Respiratory Patterns Suggest a High Cost for a Lunge. In: *Journal of Experimental Biology* 211, S. 3712–3719, 2008.

**Goldbogen, J. A. et al.:** Skull and Buccal Cavity Allometry Increase Mass-Specific Engulfment Capacity in Fin Whales. In: *Proceedings of the Royal Society B*, online veröffentlicht, 25. November 2009.

**Martin, A. R.:** Das große Bestimmungsbuch der Wale und Delphine. Mosaik, München 1991.

**Potvin, J. et al.:** Passive Versus Active Engulfment: Verdict from Trajectory Simulations of Lungfeeding Fin Whales *Balaenoptera physalus*. In: *Journal of the Royal Society Interface* 6, S. 1005–1025, 2009.

Weblinks zu diesem Thema finden Sie unter [www.spektrum.de/artikel/1044840](http://www.spektrum.de/artikel/1044840).