

Wale sind mit allen Wassern gewaschen

Die Meeressäugtiere haben sich optimal an ihren Lebensraum angepasst

DANIEL ZBINDEN

Wale haben im Laufe ihrer Entwicklungsgeschichte spezielle biologische Erfindungen gemacht, um als Meeressäugtiere mit allen Wassern gewaschen zu sein. Der stromlinienförmige Körperbau und die Schwanzflosse sind rein äusserlich die augenfälligsten Resultate dieser Evolution, die zu einer Vielzahl von *anatomischen* und *physiologischen Anpassungen* geführt hat.

Trotz dieser erstaunlichen Anpassungsleistungen ans Leben im Meer haben Wale und Delphine ein wesentliches Merkmal der Säuger beibehalten: die *Lungenatmung* und damit die Abhängigkeit von Luftsauerstoff. Im Gegensatz zu den Fischen, die den Sauerstoff mittels Kiemen aus dem Wasser aufnehmen können, muss ein Wal auf seinen Tauchgang also den entsprechenden Sauerstoffvorrat mitnehmen.

Der Trick mit dem Sauerstoff

Die Lunge ist bei Walen aber nicht besonders gross, sondern genau das Gegenteil ist der Fall. Das relative Lungenvolumen, also das Verhältnis von Lungen- zu Körpervolumen, ist bei Walen und Delphinen erheblich kleiner als bei Landsäugetieren. Die Lunge ist nämlich zum Tauchen in grosser Tiefe *als Luftspeicher ungeeignet*, weil sie durch den entsprechend grossen Druck komprimiert wird und der Luftvorrat dadurch auf einen Bruchteil seines ursprünglichen Volumens zusammenschrumpft.

Hingegen besitzen die Wale ein sehr *leistungsfähiges Blutgefässsystem*, was sich vor allem in einer ausgeprägten Verästelung der Kapillaren äussert. Dadurch wird die Kontaktfläche zwischen Blutkreislauf und Körperzellen vergrössert. Ausserdem haben Wale zwei- bis dreimal mehr Blut pro Kilogramm Körpergewicht und einen bis 50 Prozent höheren Hämoglobinanteil im Blut als wir Menschen, können also mehr Sauerstoff im Blut speichern und den Sauerstoff schneller von der Lunge zu den Zellen transportieren.

Der eigentliche Trick der Wale und Delphine besteht jedoch darin, dass sie rund 50 Prozent des Sauerstoffs, den sie an der Oberfläche aufnehmen, *im Muskelgewebe speichern* können. Ein spezielles Protein in den Muskeln, das *Myoglo-*

bin, übernimmt an den Kapillarwänden den Sauerstoff vom Hämoglobin und gibt Sauerstoffmoleküle während des Tauchgangs langsam an die Zellen ab.

Der Energiestoffwechsel der Wale wird dadurch noch zusätzlich optimiert, dass sie nicht nur 20 Prozent des Luftsauerstoffs nutzen wie wir Menschen, sondern 80 bis 90 Prozent. Ausserdem sinkt die Herzrate während des Tauchens bis auf 50 Prozent, und Venenschliessmuskeln klemmen die nicht lebenswichtigen Körperbereiche vorübergehend vom Blutkreislauf ab, wodurch der Sauerstoff auf Herz, Gehirn und Rückenmark konzentriert wird.

Warmblüter mit Isolation

Wie alle Säugetiere sind auch Wale und Delphine *Warmblüter*, das heisst sie halten die Körpertemperatur ziemlich konstant auf zirka 37 Grad Celsius, unabhängig von der Umgebungstemperatur. Wenn die Körpertemperatur bei einem landlebenden Säugetier um lediglich 0,5 Grad Celsius abfällt, so beginnt das Tier zu zittern, um seinen Stoffwechsel anzuregen und Wärme zu erzeugen. Auf lange Sicht kann solch ein Ungleichgewicht im Wärmehaushalt aber nur durch eine verstärkte *Isolation des Körpers* ausgeglichen werden. Dem Landsäugetier wächst ein *Winterfell*; der Wal im Eismeer legt sich eine dicke *Fettschicht* zu, den sogenannten «*Blubber*».

Die Wassertemperatur im arktischen Meer kann bis minus 2 Grad Celsius betragen. Der Körper des Wales muss also genug Wärme erzeugen, um über die Speckschicht ein Temperaturgefälle von beinahe 40 Grad aufrechtzuerhalten und dies im Medium Wasser, das einem Körper seine Wärme rund 25mal schneller entzieht als die Luft.

Ein *Schweinswal* mit 1,5 Metern Körperlänge hat dabei gegenüber einem *Finnwal* von 25 Metern Länge und 40 Tonnen Gewicht zwei grundsätzliche Nachteile: Erstens hat ein kleiner Wal eine dünnere Speckschicht (er muss ja stromlinienförmig bleiben) und zweitens hat er im Verhältnis zum Körpervolumen eine grössere Oberfläche. Der Schweinswal verliert somit im Verhältnis zur Körpergrösse mehr Wärme durch seine Körperoberfläche als der Finnwal.

Kleine Wale halten die Kerntempera-

tur dadurch konstant, dass sie den basalen Stoffwechsel auf das Zwei- bis Dreifache erhöhen und dadurch mehr innere Wärme produzieren. Diese erhöhte Wärmeproduktion hat aber ihren Preis: Ein Schweinswal muss dreimal soviel Nahrung zu sich nehmen wie ein gleich schweres landlebendes Säugetier.

Multifunktionale Fettschicht

Während der Schweinswal eine etwa zwei Zentimeter dicke Fettschicht hat, würde dem tausendmal schwereren Finnwal theoretisch eine Fettschicht von zwei Millimetern genügen, um seinen Körper gegen übermässigen Wärmeverlust zu isolieren, weil der gigantische Körper eine riesige Wärmemenge produziert. Tatsächlich besitzt der Finnwal jedoch rund 20 Zentimeter *Blubber*, scheint also um das Hundertfache überisoliert zu sein.

Diese überdimensionale Fettschicht erfüllt jedoch beim Finnwal gleich zwei wichtige Funktionen. Erstens ist der *Blubber* eine derart grosse *Nährstoffreserve*, dass ein grosser Wal seinen Energiebedarf problemlos drei bis sechs Monate dadurch decken kann, dass er etwa die Hälfte seiner Speckschicht abbaut. Dies ist lebenswichtig während der jährlichen Wanderung und der Fortpflanzungszeit in den wärmeren, nahrungsarmen Gewässern. Zweitens verleiht die dicke Fettschicht dem Wal im Wasser *Auftrieb*, so dass sein spezifisches Gewicht etwa dem von Meerwasser entspricht und er nicht dauernd gegen das Absinken kämpfen muss.

Ökologische Nische besetzt

Wale und Delphine sind bezüglich der Anpassung ans Meer buchstäblich die einzigen *waschechten Säugetiere*. Die obigen Beispiele zeigen, wie Meeressäugtiere ganz spezifisch gewisse Eigenschaften, die sie von den Landsäugetieren geerbt haben, für die Anpassung an das Leben im Meer nach ihren Bedürfnissen *modifiziert* haben. Durch natürliche Selektion und Evolution – also biologische Konkurrenz und Weiterentwicklung des Prototyps – entstand eine biologische Konstruktion, die auf faszinierende Weise an eine *ökologische Nische* angepasst ist, für die das ursprüngliche Säugetierkonzept offensichtlich gar nicht geschaffen war.