

# Gewöhnungssache...

## Kürzlich entstand eine spannende Diskussion am Rand eines tauchmedizinischen Untersuchs zum Thema Stickstoffbelastung beim Tauchen auf einem Safariboot.

Sollte man die ersten Tauchgänge einer mehrtägigen Safari «sanft» und eher flach angehen und sich im Lauf der Woche steigern? Oder wäre es nicht eben besser, die heftigeren, stickstoffbelasteteren Tauchgänge grad zu Beginn zu absolvieren, bevor die Gewebe so richtig gesättigt sind? An die Taucherei gewöhnt man sich ja schnell wieder, auch wenn es allenfalls schon ein Weilchen her ist seit dem letzten Unterwasser-Kontakt. Angewöhnen, anpassen, wieder vertraut werden mit dem nassen Element – das ist zweifellos richtig. *Aber können wir uns eigentlich an die Stickstoffbelastung anpassen?*

Aus unserer Alltagserfahrung wissen wir, dass es die Phänomene der Anpassung und der Akklimatisation fast überall gibt. Im Sport ist es bestens bekannt: zu Beginn einer körperlichen Aktivität sollten wir nicht grad mit voller Belastung einsteigen, sondern die Trainingsintensität schrittweise steigern. So können die Muskeln und der Kreislauf sich anpassen, ohne dass es schon zu Beginn zu körperlichen Problemen und Beschwerden kommt. Auch bei Höhenaufenthalten ist das Phänomen der Akklimatisation gut bekannt. Es wird empfohlen, dem Körper etwas Zeit zur Anpassung an die Höhe zu geben. Nur so kann er sich an andere Umgebungsbedingungen gewöhnen und (wieder) normal funktionieren. Auch sonst im Leben behaupten wir ja öfters, dass man sich an alles gewöhnen könne, wenn man sich genügend Zeit nehme. Nun kann man sich beim Tauchen diese Frage ja auch stellen: gewöhnt sich der Körper beim Tauchen an die veränderten Umgebungsverhältnisse, an den Druck, die erhöhten Partialdrücke, an die veränderte Körperposition? Ist das Risiko, eine Dekompressionskrankheit zu

erleiden geringer, wenn man häufig taucht? Oder gibt es gar eine negative Anpassung, bei der infolge wiederholter Tauchgänge das Deko-Risiko ansteigt?

Die Fragen sind nicht ganz einfach zu beantworten – eine Literatursuche gibt aber immerhin einige Hinweise.

Eine internationale Forschergruppe ging davon aus, dass grundsätzlich die Menge an zirkulierenden Stickstoff-Gasblasen ein geeigneter Messwert sei, um das Deko-Risiko beurteilen zu können. Da sich ein Risiko nur berechnen oder schätzen, aber nicht wirklich messen lässt, wählten sie die Gasblasen als Messwert aus. Sie untersuchten 16 Taucher (alles Männer) – teils Militär-, teils Sporttaucher, indem sie sie an 4 Tagen den gleichen Tauchgang durchführen liessen und jeweils anschliessend mit dem Ultraschallgerät in definierten Zeitabständen die Anzahl und die Grösse der Gasblasen im Blut massen. Die Taucher waren durchschnittlich 37-jährig, 182 cm gross und wogen 90 Kilogramm.

Der Salzwassertauchgang, den sie vier Mal ausführten, führte sie täglich direkt von der Oberfläche auf eine Tiefe von 18 Metern. Hier verbrachten sie mit wenig körperlicher Anstrengung 47 Minuten, bevor sie langsam zur Oberfläche aufstiegen. Nach 15 Minuten erfolgte dann die erste von insgesamt sechs Untersuchungen.

Das Tauchprofil wurde so gewählt, weil zwar kein grosses Risiko einer Dekokrankheit bestand, aber trotzdem ordentlich Gasblasen im Blut zu erwarten waren.

**Und siehe da:** Sowohl was die Anzahl als auch die Grösse der gemessenen Gasblasen betraf, wurden am ersten Tauchtag die grössten Messwerte festgehalten! In den anschliessenden

Tagen nahmen sowohl die Anzahl als auch die Grösse stetig ab.

Die Forscher kamen damit zur Schlussfolgerung, dass es bei wiederholten Tauchgängen tatsächlich zu einer Akklimatisation kam.

Auf den ersten Blick kann uns diese Erkenntnis nur freuen. Denn das bedeutet, dass wir regelmässiger Tauchen sollten.

**Allerdings ist es fraglich, ob daraus tatsächlich auch ein geringeres Risiko für eine Deko-Krankheit abgeleitet werden darf.**

Aber immerhin sind die Gasblasen ein Hinweis für den sogenannten Dekostress. In Anlehnung an einen berühmt Medizinforscher kann man sagen: **ohne Bubbles keine Dekokrankheit!** Mit dem regelmässigen, wiederholten Abtauchen werden wir bestimmt immer geübter (es ist ja mit allem so, und niemand von uns kam als Taucher zur Welt). Aber ob wir so auch «bubble-resistenter» werden, das ist trotzdem noch nicht so ganz klar.

Leider ist es noch nicht bekannt, über welche biochemischen Mechanismen die festgestellte Anpassung stattfindet. Die Forscher mutmassen, ob sich gewisse im Blut zirkulierende Eiweisse (Gerinnungsfaktoren, Enzyme und Immunglobuline) chemisch verändern, in ihrer Form und Gestalt wandeln oder ob sich eher die Blutgefässe selber anpassen.

Leider gibt die Untersuchung auch keine vollständige Anweisung zum Tauchen im allgemeinen oder auf einem Safariboot im speziellen. Denn im Gegensatz zur Studie wird auf Tauchsafari mehrmals täglich getaucht und die Tauchprofile sind unterschiedlich. Sonst würde es uns ja langweilig. **Aber immerhin:** offenbar finden Anpassungsprozesse statt.

Und somit gehe ich davon aus, dass es für die meisten Tauchenden wichtiger ist, sich erst mal wieder mit dem Wasser und der Ausrüstung anzufreunden und im Rahmen der Tauchtabellen zu tauchen. Vielleicht dürfen wir ja dennoch aus der Forschungsarbeit ableiten, dass wir – wie sonst bei anderen Sportarten auch – unserem Vergnügen möglichst oft nachgehen sollten, damit sich der Körper anpasst und vielleicht auch angepasst bleibt. Hier gäbe es also für die Forscher noch einiges zu tun, um es genauer zu wissen.

**Überhaupt:** auf der Wissenslandkarte der Tauchmedizin hat es noch viele weisse Flecken. Möglicherweise gibt es auch Gebiete, von denen wir noch nicht einmal wissen, dass sie existieren oder dass sie von Bedeutung sind.

Wenn jemand vor zehn Jahren gefragt worden wäre, was «Dipalmitoylphosphatidylcholin» (abgekürzt DPPC) mit der Taucherei zu tun haben könnte, so wäre wohl ein Achselzucken die Antwort gewesen. Die chemische Substanz mit den Eigenschaften eines Zungenbrechers ist erst in letzter Zeit ins tauchmedizinische Bewusstsein geraten. 1908 wurden von Haldane und seinem Team die ersten brauchbaren Tauchtabellen veröffentlicht. Im selben Jahr hielten seine Mitarbeiter in einem Fachartikel fest, dass es «wirklich dicken Männern» (*really fat men*) nicht erlaubt sein sollte, in Überdruckumgebungen, zum Beispiel in Senkkästen im Brückenbau oder auch beim Tunnelbau zu arbeiten. Für diese Arbeiten wie auch für tiefere Tauchgänge sollten die Arbeitgeber schlanke (*skinny*) Männer auswählen. Offenbar wurde beobachtet, dass die Menge des Körperfetts das Deko-Risiko beeinflusste. Allerdings kann jeder Tauchmediziner ein Lied davon singen, dass es nicht immer die korpulenten Tauchersind, die in der Druckkammer zur Behandlung landen...

Nebst der Stickstoffmenge und den -bläschen scheinen andere Faktoren auch eine Rolle in der Entstehung der Dekompressionskrankheit zu spielen. Geschlecht, Alter, körperliche Fitness, Hydrierung. Diese Faktoren sind gut untersucht, ebenso wie der Einfluss eines offenen Foramen ovale am Herzen (PFO). Ob alleine oder in Kombination: diese Faktoren konnten bislang die Entstehung der Dekokrankheit nicht vollständig erklären. Weshalb

ist die Blasenmenge und -grösse selbst bei vergleichbaren Tauchern und vergleichbaren Tauchgängen so unterschiedlich?

Diese Frage wird von einem niederländischen Forscher in der neusten Ausgabe einer tauchmedizinischen Zeitschrift im Editorial (!) aufgeworfen. Eine mögliche Antwort sind die sogenannten «aktiven hydrophoben Spots». Damit gemeint sind aus fettartigen Molekülen bestehende Kristallisationspunkte für Stickstoffbläschen. Ich stelle mir mikroskopisch kleine Fettröpfchen vor, die sich in den Blutgefässen festsetzen und an denen sich denn eben Stickstoffmoleküle zu Bläschen bilden. In den Champagnergläsern habe es ja auch solche «Unregelmässigkeiten», damit es schön perle. Ein Hauptbestandteil der biologischen Spots scheint das unaussprechliche DPPC zu sein. Nun, woher soll denn nun dieser «Bösewicht» herkommen? DPPC ist ein wesentlicher Teil des **Surfactant**, jener chemischen Substanz also, die unsere Lungenbläschen offenhält und unsere Atmung überhaupt erst ermöglicht. Jene Substanz, die bei Frühgeborenen noch nicht vorhanden ist und ihnen deshalb das Atmen und damit das Leben schwermacht. Und ebenso sprechen wir von jener Substanz, die unter langwirkenden, hohen Sauerstoffpartialdrücken Schaden nimmt. Dieser Umstand muss vor allem den technischen Tauchern unter dem Begriff «*Lorraine-Smith-Effekt*» oder Lungentoxizität bekannt sein.

Bereits vor 2 Jahren hielt ein israelischer Forscher an einem Fachkongress zu diesem Thema einen Vortrag. Beim Zuhören des Vortrags habe ich, ehrlich gesagt, damals nicht ganz alles verstanden. Aber offenbar ist doch etwas dran. Zwar sind auch hier noch längst nicht alle Details geklärt und die bisherigen Erklärungsmodelle stammen aus Tiermodellen. Ein Hinweis, dass es in die richtige Richtung geht, könnte allerdings der Umstand sein, dass Tauchende, die viele Stickstoffblasen produzieren (die sogenannten Bubbler) im Vergleich mit

Non-Bubblers deutlich mehr Fette mit der Nahrung zu sich nehmen und schlechtere Blutfettwerte aufweisen.

Allerdings ist die Körperfettmasse zwischen den beiden Gruppen nicht sehr unterschiedlich – was der erwähnten Empfehlung aus dem Jahr 1908 nicht gerade entspricht. Vielleicht, so der israelische Experte, ist mit der erhöhten Fettzufuhr die Menge und die Grösse der aktiven hydrophoben Spots erhöht, so dass zusammen mit dem DPPC vermehrt Stickstoffblasen entstehen. Vielleicht müsste man in Zukunft bei den Tauchern nicht nur das Cholesterin und dessen Untergruppen beachten, sondern eben auch das Augenmerk auf das DPPC richten.

**Auch hier gilt:** wir wissen es zur Zeit noch nicht so genau und die Forscher haben noch viel Arbeit vor sich! Ich habe Hochachtung für alle Forschenden für ihre Ideen und Versuchsanordnungen, mit denen sie die weissen Flecken des Unwissens erkunden.

Ob mit oder ohne Tauchsafari, auch wenn die Forscher – und wir natürlich auch – noch viele Wissenslücken haben: wir pflegen ein enorm spannendes, beglückendes, faszinierendes Hobby. Ich hoffe, dass die Taucherei tatsächlich zu Anpassungsvorgängen führt, aber nicht zur Gewöhnung und Langeweile. Genug Trost also für mich und alle jene, die sich in nächster Zeit nicht an warmem, glasklarem, von Leben wimmelndem Wasser erfreuen können aber eben dennoch das Tauchen in den heimischen Gefilden und Seen geniessen.

Text: Dr. med. Beat Staub  
 Facharzt für Allgemeinmedizin FMH,  
 Diving Medicine Physician EDTC  
[staub@praxis-staub.ch](mailto:staub@praxis-staub.ch)

Literaturangaben beim Autor  
 Bild: Fotolia



Ihr Shop für Tauch- und Bootszubehör in Muttenz  
[www.shipshop.ch](http://www.shipshop.ch)