

Deko-Bier oder Schokolade: der Kampf gegen den Stickstoff

Als Tauchmediziner höre ich zuweilen interessante Geschichten.
So versuchte mir ein Tauchereinzureden, dass eine Zigarette vor dem Tauchen doch
tatsächlich das Risiko für eine Dekompressionskrankheit reduziere.



Ebenfalls bestens bekannt ist das beliebte so genannte Deko-Bier: es hat zwar nichts mit der Deko-Krankheit zu tun, ist aber für viele Taucher nach einem erfreulichen Tauchgang eine schöne Sache und gehört dazu. Aber Schokolade? Ja, Schokolade soll etwas mit dem Tauchen zu tun haben. Schokolade soll speziell für uns Taucher gesund sein.

In einem Artikel, der vor einiger Zeit in einer renommierten tauchmedizinischen Fachzeitschrift, dem «Diving and Hyperbaric Medicine», das immerhin die offizielle Zeitschrift der europäischen und pazifischen Unterwasser- und Baromedizin-Gesellschaften ist, wurde eine Forschungsarbeit über den Nutzen von Schokolade beim Tauchen veröffentlicht. Nicht als Scherz, sondern als seriöse Untersuchung.

Um zu erklären, wie es dazu kam, muss man etwas ausholen: Gemeinhin gehen Taucher davon aus, dass die Bildung von Stickstoffblasen eine reine Funktion von Zeit, Tiefe und dem beim Tauchen verwendeten Atemgas sei. Dieses mathematische Modell lässt sich berechnen, wenn die entsprechenden Messwerte bekannt sind. Wer nicht rechnen mag, der benutze eine Tabelle, wie wir es alle in einem Anfängertauchkurs gelernt haben. Einfacher geht es mit dem Tauchcomputer, den wir am Handgelenk tragen. Wenn wir ihn nicht zur Planung vor dem Tauchgang brauchen, dann sagt er uns immerhin, wann wir uns wieder auf den Weg zur Oberfläche machen sollten, um nicht zuviel Stickstoff anzusammeln und damit das Risiko einzugehen, eine Deko-Krankheit zu erleiden. Zugegeben, reine Mathematik, mit all den verschiedenen Kompartimenten unseres Körpers allerdings schwierig zu berechnen. Aber die Herren Haldane und später Bühlmann/Keller haben uns ge-

zeigt, dass es funktioniert. Meistens zumindest. Allerdings fragt sich vielleicht der eine oder andere schon im Anfängertauchkurs, woher denn der Computer wissen kann, Stickstoff nun tatsächlich im Körper drin ist und droht, als Blasen beim Aufstieg wie Champagner zu schäumen und uns krank zu machen.

Die Antwort ist einfach: **der Tauchcomputer kann es nicht wissen.** Wer von uns kann oder muss in seinen Computer die eigene Körpergrösse oder das -gewicht eingeben? Diese und weitere Variable (Umgebungstemperatur, Trainingszustand, Trinkmenge, Umstände vor dem Tauchgang) bleiben dem Computer verborgen, obschon sie für die Berechnung der Stickstoffbelastung und des Deko-Risikos von erheblicher Bedeutung wären.

Der Computer präsentiert uns letztendlich nur ein mathematisches Modell, dem wir mit unseren individuellen Bedingungen mehr oder weniger entsprechen. So gibt es immer wieder Dekompressionszwischenfälle bei Tauchern, die gemäss Computer eigentlich alles richtig gemacht hätten. In der Fachsprache spricht man dann von der «unverdienten Deko-Krankheit». Man bezeichnet damit den Umstand, dass den Fachleuten nicht genau bekannt ist, was denn nun zur Krankheit geführt hat. Vor kurzem erklärte ein sehr bekannter Tauchmediziner, das Problem sei, *dass wir beim Tauchen eigentlich gar nicht so genau wüssten, was wir nur zu wissen glauben oder was wir wirklich wissen.*

So nehmen wir nach dem aktuellen Stand des Wissens an, dass das Risiko einer Deko-Krankheit nicht nur von der Stickstoffmenge im

Körper und den Druckveränderungen abhängt (für die Wissbegierigen das Stichwort M-Gradient). Das Risiko einer Dekokrankheit hängt auch wesentlich davon ab, wie sich dieser Stickstoff im Blutkreislauf verhält und allenfalls Blasen bildet und ob dies aus den feinen Blutgefässen in die Körpergewebe übertreten können und dort Schaden hervorrufen. So hat man herausgefunden, dass es Taucher gibt, die mehr zur Blasenbildung neigen als andere. Die Gründe dafür sind noch nicht vollständig bekannt. Und weiter weiss man unterdessen, dass es Taucher gibt, die zwar viele nachweisbare Blasen im Kreislauf haben, aber trotzdem keine Dekokrankheit erleiden.

Wir stellen uns die Blutgefässe als feine Röhrchen vor, in denen Blut und allenfalls gelöste Gase zirkulieren. Diese Vorstellung ist sehr vereinfachend. Die Wände der Blutgefässe bestehen, wenn man sie unter dem Mikroskop betrachtet, aus mehreren Schichten. In diesen Schichten befinden sich auch Muskelfasern, die den Durchmesser dieser Röhrchen, der sogenannten Kapillaren, verändern können und damit den Durchfluss regulieren.

Bei den Schoggi-Tauchern hingegen wurde nach dem Tauchgang eine bessere Durchblutung gefunden.

Die innerste Schicht der Kapillarwand bezeichnet man als **Endothel**. Man kann sich diese Schicht wie eine aus feinen Platten, den Endothelzellen, bestehende Fläche vorstellen. Ähnlich wie ein Plattenbelag in der Küche oder im Bad gibt es zwischen den einzelnen Platten Spalten, die mit einer Art Leim gefüllt sind. Und ebenso ähnlich sind diese feinsten Platten mit einer Art Kleber auf der Unterlage festgemacht. Damit hört aber der Vergleich mit einem Plattenbelag denn auch schon auf. Denn im Unterschied zu diesem sind diese Zellplatten lebendig. Dieses Gefässendothel, das in direktem Kontakt zum Blut steht, ist keineswegs eine untätige Zellschicht, sondern ein hochaktives Gewebe, das für die Regulation des Gefässdurchmessers, des Blutdrucks, der Blutgerinnung und der Auflösung von entstehenden Gerinnseln wichtigste Funktionen erfüllt. Es ist ein grosses System: man geht von ca. 10^{13} Endothelzellen mit einem Gesamtgewicht von 1,5 kg und einer von Endothel bedeckten Fläche von ca. 6000 m² aus. Die **wichtigste Substanz, die von diesem System freigesetzt wird ist das Stickstoffmonoxyd (NO)**. Dieses kleine Molekül greift in eine ganze Reihe von chemischen Prozessen in den Gefässen ein und unter reagiert anderem mit Sauerstoff. Im Alltag ist die Bedeutung des Stickstoffmonoxyds dem einen oder anderen (hier seien vor allem die Männer angesprochen) im Zusammenhang mit Medikamenten zur Behandlung von Erektionsstörungen (z.B. Viagra®) bekannt.

Da beim Tauchen häufig ein erhöhter Sauerstoffpartialdruck auftritt, kommt es hier zu chemischen Reaktionen, die wir erst unvollständig kennen. Durch Sauerstoff und Sauerstoffverbindungen werden chemische Systeme beeinflusst, was wiederum zu Veränderungen des NO-Gehalts des Endothels führt, das sich dann nicht mehr ideal an die Umgebungsbedingungen anpassen kann.

Aus früheren Untersuchungen ist bekannt, dass beispielsweise Inhaltsstoffe von Pflanzen ebenfalls auf dieses System einwirken. Dazu gehö-

ren die **Polyphenole**, eine Gruppen von Molekülen die beispielsweise im Rotwein, im Grüntee oder im Kakao vorkommen. Hier ist nun die Verbindung zur Schokolade:

Die Autoren der erwähnten Studie fragten sich also, ob die Einnahme von Polyphenolen im Kakao in Form von Schokolade zu messbaren Veränderungen an den Kapillaren führt, was wiederum einen Einfluss auf die Endothelfunktion haben könnte.

Die Untersuchung wurde mit insgesamt 42 männlichen Sporttauchern durchgeführt. Es handelte sich um erfahrene Taucher, die alle Nichttaucher waren. Bei ihnen allen wurden mit aufwändigen Messmethoden die Blutgefässe beurteilt und Bluttests durchgeführt.

Dann wurden diese Test-Taucher in 2 Gruppen aufgeteilt. Die eine Gruppe erhielt 90 Minuten vor dem bevorstehenden Tauchgang 30g schwarze Schokolade (86% Kakao), die andere Gruppe erhielt nichts. Der Tauchgang wurde indoor bei gemütlichen Temperaturen mit Pressluft auf eine Tiefe von 33 Metern durchgeführt. Nach dem Tauchgang wurden vorherigen Messungen wiederholt.

Bei den «unbehandelten» Tauchern wurde eine verminderte Durchblutung festgestellt, die durchgeführten Bluttests verschlechterten sich als Folge des Tauchganges. Bei den Schoggi-Tauchern hingegen wurde nach dem Tauchgang eine bessere Durchblutung gefunden. Dies und die unveränderten Blutwerte bei diesen Tauchern weisen darauf hin, dass die Inhaltsstoffe der Schokolade die Funktionsfähigkeit der Endothelzellen verbessern, indem sie in den Stickstoff-Stoffwechsel eingreifen. Dadurch wird die Belastung für das Herz- und den Kreislauf reduziert und zudem wird dadurch möglicherweise das Risiko für das Auftreten der Deko-Krankheit reduziert.

Neueste Forschung weist nämlich darauf hin, dass die Deko-Krankheit nicht einfach eine Krankheit aufgrund von Stickstoffblasen ist (deren Menge sich aufgrund von Tauchgas, -tiefe und -zeit berechnen lässt), sondern eine komplexe Wechselwirkung zwischen Stickstoff und den Innenflächen der Blutgefässe, eben den Endothelien, darstellt. Die Wissenschaftler nehmen an, dass Stickstoff auf einem solchen, nicht ideal arbeitenden Endothel, eher zur Blasenbildung neigt. Somit kann man also vermuten, dass Taucher in Zukunft damit konfrontiert werden, nicht nur den Stickstoff als mathematische Grösse im Auge zu behalten, sondern auch die Funktion der Blutgefässe nicht ausser acht zu lassen bzw. günstig zu beeinflussen.

Die Begeisterung für die Erkenntnisse aus dieser Schokoladen-Untersuchung griff kurzzeitig sogar auf DAN über: so konnte man im DAN online-shop während einiger Zeit Schokolade kaufen, deren Kakaogehalt demjenigen der Studie entsprach und die so eingeteilt war, dass die in der Studie verwendeten 30g problemlos portioniert werden konnten.

Dank dieser Studie wissen wir nun, dass 30g dunkle Schokolade die Funktion der Endothelzellen bei Tauchern positiv beeinflusst. Nicht

belegt wurde, ob damit das Risiko einer Dekompressionskrankheit tatsächlich reduziert werden kann.

Die Resultate werfen aber noch weitere Fragen auf: So wissen wir nicht, ob mehr Schokolade eine noch bessere Wirkung hätte. Die Schlemmermäuler unter den Tauchern mögen dies bedauern – sie mögen aber auch bedenken, dass Schokolade mit 86% Kakaoanteil geschmacklich nicht gerade ein Genuss ist.

Wir wissen auch nicht, ob dieser Mechanismus bei tieferen Sporttauchgängen oder bei dekompflichtigen Tauchgängen ebenfalls funktioniert und wie gross der Nutzen ist.

Ebensowenig wissen wir, wie gross der Effekt bei anderen Atemgasen (Nitrox, Trimix) aussieht.

Und nicht zuletzt wissen wir nichts darüber, ob dieser Effekt bei kälterem Wasser auch zu beobachten wäre. Und wir wissen gar nichts darüber, ob diese Erkenntnisse auch auf Frauen übertragen werden dürfen.

Somit können wir vorläufig aus dieser interessanten Untersuchung nur lernen, dass der Verzehr von dunkler Schokolade vor einem Tauchgang fürs Tauchen möglicherweise nützlich ist, aber keinen ausreichenden Schutz für die Belastung von Herz und Kreislauf beim Tauchen darstellt. Ein Schutz vor der Dekokrankheit darf daraus bis zum Vorliegen von sicheren Daten nicht abgeleitet werden.

Bei regelmässiger Anwendung des Schokolade-Tricks sind mögliche Auswirkungen auf die Stromlinienform des Tauchers im Auge zu behalten...

Die Studie zeigt jedoch eindrücklich, dass es bei der Belastung unseres Kreislaufsystems durch das Tauchen und bei der Blasenentstehung noch viel zu entdecken gibt und dass es hier nicht nur um Physik, sondern um sehr komplexe, noch weitgehend unbekannt biochemische Vorgänge geht. In diesem Bereich sind in den nächsten Jahren wohl noch spannende Erkenntnisse zu erwarten.

Weiter macht uns die Untersuchung bewusst, dass der Computer und seine Modelle eine zwar ausgeklügelte, aber doch nur plumpe Abbildung eines Teils der Tauchrealität sind.

Das Deko-Bier nach einem schönen Tauchgang mögen wir uns weiterhin gönnen. Zwar sind mir keine Untersuchungen bekannt, die einen Nutzen der Blöterli und des Schaums auf die Stickstoffmenge oder -blasen im Körper belegen würden. Trotzdem ist es angenehm, nach dem Tauchen in gemütlicher Runde mit den Tauchpartnern zusammen zu sein und das Logbuch auszufüllen.

Noch besser ist es, bereits vor einem Tauchgang **genügend zu trinken** (alkoholfreie Flüssigkeiten!) und **auch nicht zu rauchen**. Denn die Zigi schützt uns nun definitiv nicht vor dem Stickstoff.

Übrigens: der Einsatz von Viagra® und ähnlichen Präparaten zur Verhinderung der Deko-Krankheit ist erst sehr unvollständig untersucht. Im Tiermodell erhöhten solche Substanzen das Risiko einer Deko-Krankheit, wenn sie vor dem Tauchgang verabreicht wurden. Nach dem Tauchen eingesetzt, scheinen im Tiermodell günstige Wirkungen möglich. Was in Tiermodell gilt, muss jedoch noch lange nicht auf Menschen übertragbar sein. *Auch hier die Empfehlung: bei jeder Medikamenteneinnahme sollte ein erfahrener Tauchmediziner konsultiert werden.*

Text:

Dr. med. Beat Staub
Facharzt für Allgemeinmedizin FMH,
Diving Medicine Physician EDTC
staub@praxis-staub.ch