

APNOE MANUAL

Vierte Ausgabe



Freediving is about silence ...
... the silence that comes from within !
www.StefansFreedive.de.vu

| | |
|---------------------------------------|----------|
| Vorwort..... | 6 |
| Vorwort 4.Auflage..... | 7 |
| Apnoe ?..... | 8 |
| Gedanken9 | |
| I - Wettkampfdisziplinen.....1 | |
| Constant Weight.....1 | |
| Free Immersion1 | |
| Dynamic.....1 | |
| No limit.....1 | |
| Static2 | |
| II - Ausrüstung.....1 | |
| Maske.....1 | |
| Schnorchel.....1 | |
| Flossen1 | |
| Monoflossen.....2 | |
| Anzug.....2 | |
| Handschuhe.....2 | |
| Neoprensocken.....2 | |
| Bleigurt2 | |
| Messer.....3 | |
| Tauchboje.....3 | |
| Tauchcomputer.....3 | |
| III - Allgemeines.....1 | |
| Tauchtauglichkeit1 | |
| Körperliche Fitness.....1 | |
| Medikamente und Tauchen.....1 | |
| IV - Medizin.....1 | |
| Die Lunge.....1 | |
| Leistungsgrößen der Lunge.....3 | |
| Zwerchfell3 | |
| Sauerstoff4 | |
| Sauerstoffmangel.....5 | |
| Blut6 | |
| Dehydration.....7 | |
| Wärmehaushalt.....8 | |
| Unterkühlung9 | |
| V - Atemtechniken1 | |
| Einleitung.....1 | |
| Yoga-Atmung (Pranayama)1 | |
| Zwerchfellatmung1 | |
| Flankenatmung1 | |
| Wechselatmung2 | |
| Strömungsatmung.....3 | |

| | |
|---|----------|
| Stossatmung | 4 |
| Packen (Karpfen)..... | 5 |
| Hyperventilation..... | 6 |
| Welche Technik soll ich benutzen ?..... | 7 |
| VI - Yoga | 1 |
| Was ist Yoga ? | 1 |
| Asanas..... | 1 |
| Sonnegebet..... | 2 |
| Dreieckstellung..... | 4 |
| Fisch..... | 5 |
| Kobra | 6 |
| Zange | 7 |
| VII - Autogenes Training..... | 1 |
| Was ist Autogenes Training ? | 1 |
| Wie funktioniert das ?..... | 1 |
| Wann sollte ich üben ?..... | 1 |
| Morgens zu beachten | 1 |
| Mittags zu beachten..... | 1 |
| Abends zu beachten..... | 2 |
| Wie lang sollte ich üben ? | 2 |
| Die Übungshaltung..... | 2 |
| Die Rücknahme | 2 |
| Der Pendelversuch..... | 2 |
| Die Übungen | 3 |
| Die Ruhe-Übung | 3 |
| Die Schwere-Übung | 4 |
| Die Wärme-Übung | 5 |
| VIII – Der Tauchgang..... | 1 |
| Einleitung..... | 1 |
| Tauchreflex | 1 |
| LMC / Samba | 1 |
| Der TG - Static - | 2 |
| Der TG - Dynamic - | 3 |
| Der TG - Constant - | 4 |
| Der Druckausgleich..... | 4 |
| Valsalva-Manöver | 4 |
| Marcante-Odaglia..... | 5 |
| Frentzel | 5 |
| Teil 1: Physiologie..... | 5 |
| Teil 2: Frentzel in Aktion..... | 6 |
| Schritt 1: Lernen, den Mund mit Luft zu füllen | 7 |
| Schritt 2: Lernen, den Kehldeckel zu kontrollieren | 7 |
| Schritt 3: Lernen, den weichen Gaumen zu kontrollieren | 7 |
| Schritt 4: Lernen, den „Zungen block“ anzuwenden..... | 8 |
| Schritt 5: Lernen, die Zunge als einen Kolben zu benutzen | 8 |
| Schritt 6: Lernen, den Kehldeckel und den weichen Gaumen unabhängig von einander zu kontrollieren. | 9 |
| Schritt 7: Alles zusammen fügen..... | 10 |
| Schritt 8: Im Wasser testen | 10 |
| Schritt 9: Erweiterung für Fortgeschrittene | 10 |

| | |
|--|----------|
| Druckausgleich in der Maske..... | 11 |
| Maximale Tauchtiefe (Theoretisch) | 12 |
| Das Abtauchen | 12 |
| Das Auftauchen | 13 |
| Tiefenrausch und Dekompressionskrankheit | 13 |
| Bloodshift..... | 14 |
| Mittelohr-Trauma | 14 |
| Barotitis Media..... | 14 |
| Alternobarischer Schwindel..... | 15 |
| Trommelfellperforation | 15 |
| Barotrauma der Nebenhöhlen | 15 |
| Reverse Blockade | 15 |
| Lungenquetschung..... | 15 |
| Verletzungen durch die Maske..... | 15 |
| Lungenüberdehnung | 15 |
| Physik..... | 1 |
| Druck | 1 |
| Boyle Mariotte | 2 |
| Gesetz von Henry | 3 |
| Gesetz von Gay Lussac..... | 3 |
| Archimedes | 4 |
| Gesetz von Dalton | 4 |
| Optische Täuschung | 4 |
| Licht unter Wasser..... | 5 |
| Schallgeschwindigkeit unter Wasser..... | 5 |
| Training | 1 |
| Einleitung..... | 1 |
| Trainingstabellen - Static | 1 |
| Tabelle A..... | 1 |
| Tabelle B..... | 2 |
| Trainingstabellen - Dynamic..... | 3 |
| Tabelle A..... | 3 |
| Tabelle B..... | 3 |
| Tabelle C..... | 3 |
| Tabelle D..... | 4 |
| Tabelle E..... | 4 |
| „Trockene“ Dynamic Übung | 4 |
| Sicherheitshinweis | 4 |
| Sicherheit und Rettung..... | 1 |
| Einleitung..... | 1 |
| Static | 1 |
| Dynamic..... | 1 |
| Constant Weight..... | 1 |
| Rettung eines Bewusstlosen Tauchers..... | 3 |
| Beinahe Ertrinken..... | 4 |
| Primäres Versinken | 4 |
| Primäres Ertrinken..... | 4 |
| Salzwasser – Süßwasser Ertrinken | 5 |
| Sekundäres Ertrinken..... | 5 |
| Maßnahmen bei Ertrinkungsunfällen | 5 |

| | |
|---------------------|----------|
| Quellen..... | 1 |
|---------------------|----------|

Vorwort

Vorwort

Freitauchen, eine faszinierende Sportart. Mittlerweile mutiert das Freitauchen zum Breitensport, aber die Informationsquellen sind recht dünn gesät. Der VDST und die AIDA bieten zwar Kurse zum Apnoetauchen an, aber auch dort gibt es bisher keine Unterlagen, die dem angehenden Taucher an die Hand gegeben werden.

In Zusammenarbeit mit verschiedenen Tauchern entstand nun dieses Manual.
Es ersetzt auf gar keinen Fall einen Kurs oder/und einen erfahrenen Tauchpartner !

Dieses Manual wird mit dem Wissen und den Erfahrungen von erfahrenen Freitauchern
ständig wachsen und verbessert.

Natürlich wurden alle Aussagen in diesem Manual geprüft und Korrektur gelesen, aber niemand
ist allwissend und unfehlbar, deshalb:

**Die Verfasser übernehmen keine Garantie auf die Richtigkeit der
Angaben und weisen jegliche Haftung von sich !**

Zum Abschluss möchte ich noch allen danken, die mich bei diesem Projekt unterstützt haben und auch
hoffentlich weiter unterstützen werden !

Stefan Seyer

Vorwort 4.Auflage

Es ist Wahnsinn !!!

Ich hätte nie gedacht, dass dieses Manual so ein Erfolg wird. Es wird mittlerweile in Deutschland, Österreich, Holland und Belgien gelesen ! Das gibt wieder Motivation dieses Manual weiter zu führen. Besonders bedanken möchte ich mich an dieser Stelle bei meinem guten Freund Michael, der dieses Manual wirklich durchgearbeitet hat, und auf der Suche nach Rechtschreibfehlern war (ich hoffe jetzt sind alle raus) !

Was gibt es neues ?

Neues Layout, welches Updates einfacher macht und der Leser muss nicht immer alles neu ausdrucken !

Rechtschreibfehler wurden beseitigt !

Kleinere Ergänzungen

Atemtechnik - Uddiyana Bandha

Trainingstabellen - Dynamic

<http://www.StefansFreedive.de.vu>

Wenn ihr irgendwelche Themen in diesem Manual vermisst, oder ein Thema etwas zu kurz gekommen ist, dann schreibt doch bitte eine E-Mail. E-Mail Adresse findet ihr auf der obigen Homepage !

Stefan Seyer

Apnoe ?

Apnoe, lat. : ohne Sauerstoff

Apnoe, griech.: Atemstillstand

Das Freitauchen ist wohl die Ursprünglichste Art des Tauchens.

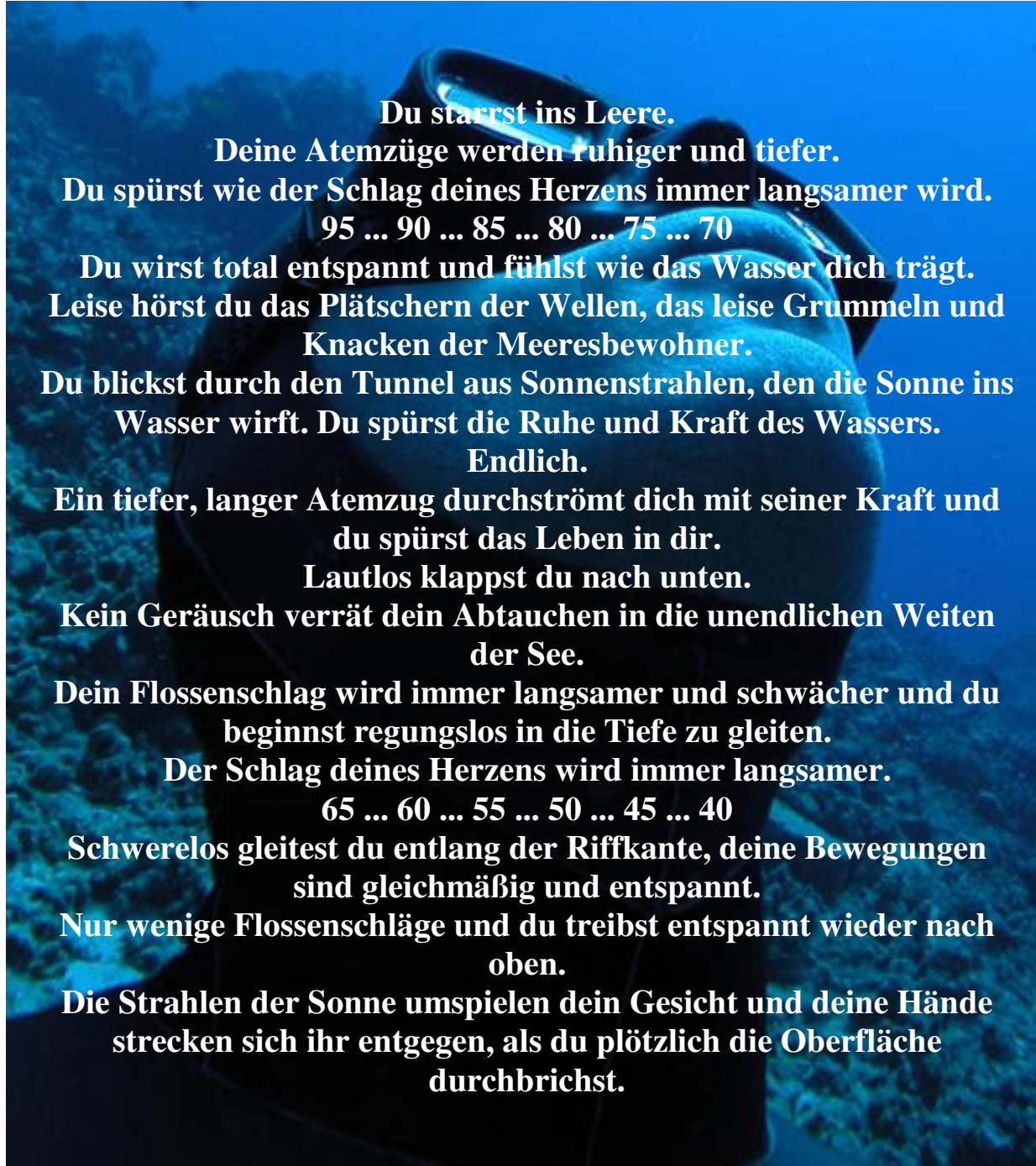
Archäologische Funde belegen, dass Menschen bereits seit ca. 4500 vor Christi mit dem Freitauchen ihren Lebensunterhalt bestreiten. Die ersten dafür bekannten Völker waren Die Haen - Yo in Korea und Amataucherinnen aus Japan, die beide mit angehaltenem Atem in die Tiefe tauchen, um Muscheln und Schwämme zu sammeln und später zu verkaufen. In der Antike halfen Freitaucher dem griechischem Militär bei einem Angriff auf Syracus (Sizilien) die Unterwasserbarrieren zu durchbrechen, die die griechischen Schiffen beschädigen und so vom Angriff abhalten sollten. Auch die Speerfischer rund ums Mittelmeer bilden den geschichtlichen Hintergrund für die Entwicklung des Apnoesports.

Auch heute noch wird das Freitauchen von den Amas in Japan traditionell fortgeführt. Ana ist in Japan der Begriff für Frauen, die sich durch das Tauchen mit angehaltenem Atem ihren Lebensunterhalt verdienen. Die meisten in Japan lebenden Amas, findet man in Shirahama, einem Ort ca. 160 km südlich von Tokyo. Ohne ihre Liebe zum Ozean und seinen Schätzen könnten diese tapferen Frauen des Meeres ihrer schwierigen und teilweise auch gefährliche Beschäftigung nicht nachgehen. Die meisten Amas sind Mütter, die vollkommen normales Familienleben führen oder auch einen anderen "bürgerlichen" Beruf ausüben. Das Volk der Amas ist in seiner Mentalität sehr autonom veranlagt und der Konkurrenzkampf unter Amas war stets präsent, da dieser Beruf sich damals wie heute als sehr profitabel erweist. Heutzutage liefern Speerfischer und Perlentaucher im Pazifik den praktischen Hintergrund des Apnoe Tauchens als Sport.

Freediving is about silence . . .
. . . the silence that comes from within !

J.Mayol

Gedanken ...



Du starrst ins Leere.

Deine Atemzüge werden ruhiger und tiefer.

Du spürst wie der Schlag deines Herzens immer langsamer wird.

95 ... 90 ... 85 ... 80 ... 75 ... 70

Du wirst total entspannt und fühlst wie das Wasser dich trägt.

Leise hörst du das Plätschern der Wellen, das leise Grummeln und Knacken der Meeresbewohner.

Du blickst durch den Tunnel aus Sonnenstrahlen, den die Sonne ins Wasser wirft. Du spürst die Ruhe und Kraft des Wassers.

Endlich.

Ein tiefer, langer Atemzug durchströmt dich mit seiner Kraft und du spürst das Leben in dir.

Lautlos klappst du nach unten.

Kein Geräusch verrät dein Abtauchen in die unendlichen Weiten der See.

Dein Flossenschlag wird immer langsamer und schwächer und du beginnst regungslos in die Tiefe zu gleiten.

Der Schlag deines Herzens wird immer langsamer.

65 ... 60 ... 55 ... 50 ... 45 ... 40

Schwereelos gleitest du entlang der Riffkante, deine Bewegungen sind gleichmäßig und entspannt.

Nur wenige Flossenschläge und du treibst entspannt wieder nach oben.

Die Strahlen der Sonne umspielen dein Gesicht und deine Hände strecken sich ihr entgegen, als du plötzlich die Oberfläche durchbrichst.

I - Wettkampfdisziplinen

Constant Weight

Der Taucher muss mit eigener Kraft hinabtauchen. Gewichte die den Abstieg erleichtern, und in der Tiefe zurückbleiben sind nicht erlaubt. Das Eigengewicht darf nicht verändert werden und bleibt während des Tauchgangs konstant. Als Führung dient ein Seil, daran ist in der angestrebten Tiefe eine Plakette angebracht, die der Taucher als Beweis der erreichten Tiefe mit nach oben bringen muss.

Das Seil darf nicht berührt werden. Zieht sich der Taucher daran hinab, oder auf dem Rückweg wieder hoch, wird er disqualifiziert. Lediglich zum Stoppen in der maximalen Tiefe, um die Plakette zu nehmen, ist es erlaubt an das Seil zu greifen. Bei Wettbewerben wird diese Disziplin meist in Kombination mit Static ausgetragen.

Free Immersion

Die Disziplin Free Immersion ähnelt dem Tauchen mit konstantem Gewicht. Es darf kein zusätzlicher Ballast für den Abstieg verwendet werden. Jedoch ist es erlaubt, sich am Seil hinab, und beim Rückweg hoch zu ziehen. Auf Flossen muss gänzlich verzichtet werden. Nur die Kraft der Arme ist ausschlaggebend.

Wettbewerbe sind selten, es werden aber Rekordlisten geführt.

Viele Freitaucher schätzen Free Immersion als hervorragendes Training, um die Leistung im Variabel Gewicht zu verbessern.

Einige Freitaucher verwenden Free Immersion als Warm-Up für Constant Weight. Da bei dieser Disziplin die Beine nicht beansprucht werden.

Dynamic

Dynamic oder Streckentauchen ist wie Static eine Pool-Disziplin. Der Taucher versucht mit einem Atemzug eine möglichst große Distanz in der Horizontalen zurückzulegen. Die Tiefe spielt keine Rolle, und richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten. Es gibt die Version mit und ohne Flossen, zwischen 25 m und 50 m Becken wird nicht unterschieden.

Wenn in den Wintermonaten das Tieftauchtraining in den Freigewässern nicht möglich ist, ist das Streckentauchen eine hervorragende Übung um die Beinmuskulatur für die kommende Tieftauchsaison vorzubereiten. Wettbewerbe finden oft in der Kombination mit Static statt. Spezialisten erreichen beachtliche Distanzen und verwenden in der Regel die Monoflosse.

No limit

No Limits, wie der Name schon sagt gibt es keine Beschränkungen. Das Gewicht des Tauchschlittens, der den Taucher hinabzieht, darf frei gewählt werden. Für den Rückweg ist es erlaubt, in der maximalen Tiefe einen Hebesack zu füllen, der den Taucher zurück an die Oberfläche bringt. Körperliche Kraftanstrengung fällt nahezu weg, die Tauchtiefen werden von der Fähigkeit, den Wasserdruck auszugleichen limitiert. Es ist wegen der enormen Tiefen die so erreicht werden, die wohl spektakulärste und bekannteste Art des Freitauchens. Der Aufwand solche Versuche zu organisieren ist beträchtlich, und das Risiko eines Unfalls weit höher als bei den anderen Disziplinen.

Es gibt keine Wettkämpfe oder Meisterschaften, es werden aber Rekordlisten geführt. Weder Ärzte noch Wissenschaftler können sich die derzeitigen Rekordmarken erklären, da der menschliche Körper derartigen Druckbelastungen eigentlich nicht kompensieren kann.

Static

Static oder Zeittauchen ist ein Pool-Wettbewerb. Es wird die maximale Tauchzeit ermittelt, die man mit einem Atemzug Unterwasser bleiben kann. Dabei ist es nicht erforderlich vollständig abzutauchen. Auf der Oberfläche liegend, mit dem Gesicht im Wasser ist die bevorzugte Haltung. Mit einem Sicherungshelfer werden abgesprochene Zeichen ausgetauscht, um eine plötzliche Ohnmacht, wegen Sauerstoffmangels sofort erkennen zu können. Die zu erwartende Tauchzeit muss vorher angesagt werden. Das erste Zeichen des Sicherungshelfers erfolgt spätestens eine Minute vor Ablauf der angegebenen Zeit.

Obwohl es sich scheinbar um eine harmlose Übung im vermeintlich sicheren Schwimmbecken handelt, ist ein Sicherungshelfer bei jedem Tauchversuch unverzichtbar. Eine unbeobachtete Ohnmacht ist lebensgefährlich.

Variabel Weight

Der Taucher darf ein zusätzliches Gewicht von max. 35 kg für den Abstieg verwenden. Das Gewicht in Form eines Tauchschlittens, bringt ihn ohne große Kraftanstrengung an das Ziel, und bleibt dort zurück. Der Rückweg zur Oberfläche muss aus eigener Kraft bewältigt werden. Es ist erlaubt, sich mit den Armen am Seil zu ziehen, oder mit Hilfe der Flossen hoch zu schwimmen.

Variabel verlangt vom Athleten viel Erfahrung. Dem fast mühelosen Abstieg folgt der kräftezehrende Rückweg. Tauchen mit variablem Gewicht ist keine Wettkampf-Disziplin, es werden aber Rekordlisten geführt.

II - Ausrüstung

Maske

Im Prinzip tut's jede Tauchmaske. Das Problem ist, das die „normalen“ Tauchmasken ein sehr großes Innenvolumen aufweisen. Um nun den Druckausgleich in der Maske durchzuführen, muss eine große Menge Luft von der Lunge in die Maske gebracht werden. Wenn ich eine Flasche auf dem Rücken trage, ist das kein Problem, mit einer Lunge, die durch den Aussendruck zusammengedrückt wird, schon eher.

Deshalb sollte man darauf achten, das das Innenvolumen der Maske möglichst gering ist.

Als Beispiel, die Maske „Minima“ von CressiSub:



Schnorchel

Vom ehemals einfachen Atemrohr haben sich die Schnorchel inzwischen zu Hightech-Konstruktionen entwickelt. Geschmeidige und anatomisch geformte Mundstücke aus Silicon erhöhen den Atemkomfort, der Einbau von Ventilen soll das Wassereindringen von oben verringern. Außerdem erleichtern Ventile das Ausblasen von eingedrungenem Wasser erheblich. Generell sollte der Schnorchel nicht länger als etwa 35 Zentimeter sein. Ist er länger kommt es zur Pendelatmung. Das heißt, die ausgeatmete Luft verbleibt im Schnorchel und wird nicht durch Frischluft ersetzt. Der Taucher atmet seine verbrauchte Luft so lange wieder ein, bis er ohnmächtig wird. Eine weitere Gefahr bei zu langem Schnorchel ist, dass zwischen Lunge und Wasseroberfläche aufgrund der starken Höhendifferenz ein Druckunterschied entsteht und sich Blut in der Lunge an sammelt.

Flossen

Freitauchflossen zeichnen sich durch ihr großes Flossenblatt aus. Da die meisten Turbulenzen an der Flossenspitze entstehen sind lange schmale Flossen bevorzugt. Daraus resultiert ein größerer Vortrieb bei geringerer Schlagzahl, damit verbunden ein niedrigerer Sauerstoffverbrauch. Die Härte des Flossenblatts sollte dem Trainingszustand angepasst sein. Darüber hinaus spielen persönliche Vorlieben eine entscheidende Rolle.

Es gibt Flossen aus Plastik und Karbon. Der Vorteil bei Karbonflossen liegt in der Veränderung der Härte, Plastikflossen werden mit der Zeit weicher. Das kann bei Karbonflossen nicht passieren. Plastikflossen haben den Vorteil, das man sie gut transportieren können und billiger sind.

Als Beispiel, die Flosse „Gara 2000 HF“ von CressiSub:



Monoflossen

Beim Streckentauchen werden häufig Monoflossen verwendet, der Vorteil bei diesen Flossen ist, dass man mehrere Muskelgruppen beansprucht, also nicht nur die Beinmuskulatur sondern auch die Bauch- und Rückenmuskulatur. Man kann beachtliche Geschwindigkeiten mit diesen Flossen erreichen. Auch hier gilt: Man sollte die Härte der Flosse dem Trainingszustand anpassen.



Anzug

Eigentlich tut's auch hier der normale Neoprenanzug. Der Anzug sollte vor allem den Hals möglichst nicht zu stark einengen. Als besonders angenehm erweisen sich natürlich dünne (kommt auf das Gewässer an) gut gedichtete Anzüge. Man sollte auch auf genug Armfreiheit achten. Das Problem ist, dass bei den meisten Anzügen viele Nähte unter den Achseln zusammen laufen. Dort ist das Material nicht sehr dehnbar und man tut sich schwer, die Arme nach vorne zu nehmen. Eine Kopfhaube wäre, zumindest in unseren Breitengraden, auch nicht schlecht.

Wenn man einen normalen Taucheranzug verwendet sollte man darauf achten, dass der Zipf am Rücken ist und nicht vorne über der Brust, da dies beim Atmen behindert.

Handschuhe

Es gibt keine speziellen Apnoe Handschuhe. Sie sollten nicht zu dick sein, um genug Gefühl darin zu haben.

Neoprensocken

In kälteren Gewässern sollte man auf Neoprensocken zurückgreifen. Bei einer Dicke zwischen 2 und 3,5mm kann man sie bequem in den Flossen tragen.

Bleigurt

Ein spezieller Bleigurt für das Freitauchen ? Ja !

Natürlich reicht auch der normale Bleigurt. Beim Abtauchen besteht allerdings die Gefahr, dass er in Richtung Brust rutscht.

Gegen dieses Rutschen hilft ein Gurt aus Gummimaterial. Ein zweiter Vorteil ist die Flexibilität. Man kann ihn sich so fest umschnallen, dass er auch noch in der Tiefe hält.

Messer

Ein normales Messer reicht völlig.

Tauchboje

Die Tauchboje kennzeichnet den Tauchplatz. An der Boje wird nun ein Seil mit Grundgewicht befestigt. Dieses Seil kennzeichnet den direkten Weg in die Tiefe, bzw. an die Wasseroberfläche.

Die Leine richtet sich natürlich nach den Tauchtiefen. Eine 10 bis 12 mm dicke, seewassertaugliche, schwimmfähige und neon-gelbe Leine mit 30 Metern Länge ist ideal. Für Streckentauchübungen ist allerdings die nicht-schwimmfähige Variante empfehlenswert.

Tauchcomputer

Der gute alte mechanische Tiefenmesser mit Schleppzeiger ist ideal. Natürlich gibt es auch Apnoe-Tauchcomputer, die dann auch noch automatisch die Tauchzeiten addieren. Erwähnt sei hier der Mares Apnoist und der Suunto D3. Eine Uhr mit integriertem Tiefenmesser (und Schleppzeiger-Funktion) ist auch sehr gut geeignet.

Unser guter alter Aladin-Tauchcomputer ist aber eher weniger geeignet, da seine Messintervalle (20 sek.) zu lang sind.



III - Allgemeines

Tauchtauglichkeit

Eine Voraussetzung für das Tauchen ist ein gesunder Organismus. Und da wir als medizinische Laien, nicht beurteilen können, ob wir völlig gesund sind oder nicht, hat sich wohl auch die Frage nach dem Sinn einer solchen Untersuchung erübrigt.

Im Prinzip kann diese Untersuchung jeder Hausarzt durchführen. Wobei dieser nicht immer die erste Wahl sein sollte. Wenn man die Möglichkeit hat, sollte man sich an einen Arzt wenden, der einem Tauchverein nahe steht, oder direkt an ein Druckkammerzentrum. In der Regel verfügen diese Zentren über qualifizierte Ärzte, die sich mit der Materie auskennen.

Die GTÜM (Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin e.V.) hat einen Untersuchungsbogen zusammengestellt, nach dem diese Untersuchung durchgeführt werden soll.

Diesen Untersuchungsbogen kann man allerdings auch über den VDST beziehen.

Für die Regelmäßige Durchführung dieser Untersuchungen ist jeder Taucher selbst verantwortlich.

Allerdings wird bei Wettkämpfen oder Seminaren eine TTU gefordert, die nicht älter als ein Jahr ist.

Die Kosten für diese Untersuchung werden nicht von der Krankenkasse übernommen, man muss sie aus eigener Tasche bezahlen.

Körperliche Fitness

Das Freitauchen setzt eine gewisse Körperliche Fitness voraus. Sie ist abhängig davon, ob man in den Wettkampf einsteigen will oder nicht.

Wer allerdings schon nach einigen Metern zu Fuß außer Puste gerät, hat auch unter Wasser schlechte Karten, auch wenn er diesen Sport nicht als Wettkampf betreiben möchte.

Um eine gewisse Kondition aufzubauen, sind besonders Schwimmen, Radfahren und Laufen geeignet. Eine bessere Kondition zieht folgendes mit sich:

- Sehr niedrigen Ruhepuls
- Herz und Lunge sind vergrößert und versorgen den Körper auch bei anhaltender Belastung ausreichend mit Sauerstoff.

Faktoren die sich auch positiv auf die Apnoe - Leistungen auswirken.

Sinn macht es während des Ausdauer Trainings den Puls zu kontrollieren. Die Belastungsintensität orientiert sich nach dem jeweiligen Trainingszustand, wer nichts verkehrt machen will, sollte vorher zum Arzt gehen und nach einer gründlichen Untersuchung die Eckwerte des Trainings festlegen.

Medikamente und Tauchen

Wenn man von Medikamenten redet, müssen nicht immer gleich die „Chemiekeulen“ gemeint sein.

In den Kreis der Medikamente gehören auch Mittel gegen Befindlichkeitsstörungen wie z.B. Kopf- oder Rückenschmerzen.

Alle Medikamente die eine Wirkung haben, haben auch Nebenwirkungen. Diese Nebenwirkungen sind im allgemeinen alle bekannt. Aber wie verhält sich das Medikament unter der Berücksichtigung des Wasserdruckes ? Es gibt z.Zt. nicht viele Forschungsergebnisse über das Verhalten von Medikamenten unter erhöhtem Druck. Doch aus Versuchen ist hervorgegangen, dass bei den üblichen Sporttauchtiefen bis 40m nicht mit speziellen Nebenwirkungen zu rechnen ist.

Allgemeines

Da dieses Gebiet aber noch nicht völlig erforscht ist, und ich an dieser Stelle auch keine Aussage darüber treffen kann, ob es nun gefährlich ist oder nicht, rate ich dazu, grundsätzlich vor dem Tauchen auf Medikamente zu verzichten oder einen Arzt vorher zu rate zu ziehen.

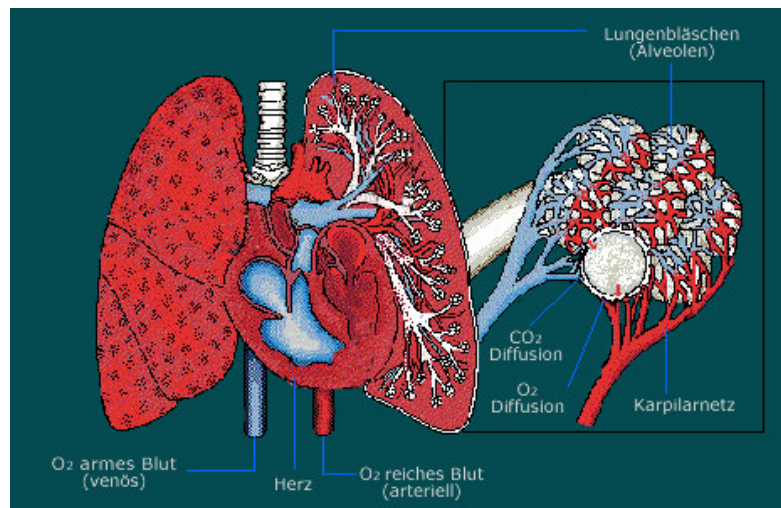
Aspirin ist eines der wenigen Medikamente deren Auswirkungen (unter Druck) erforscht wurden.

Beim Gerätetauchen gibt es keine Probleme, allerdings begünstigt Aspirin beim Apnoetauchen (durch den Blutverdünnenden Effekt) einen Blackout. **Aus diesem Grunde ist von der Einnahme von Aspirin vor dem Tauchgang dringend abzuraten.**

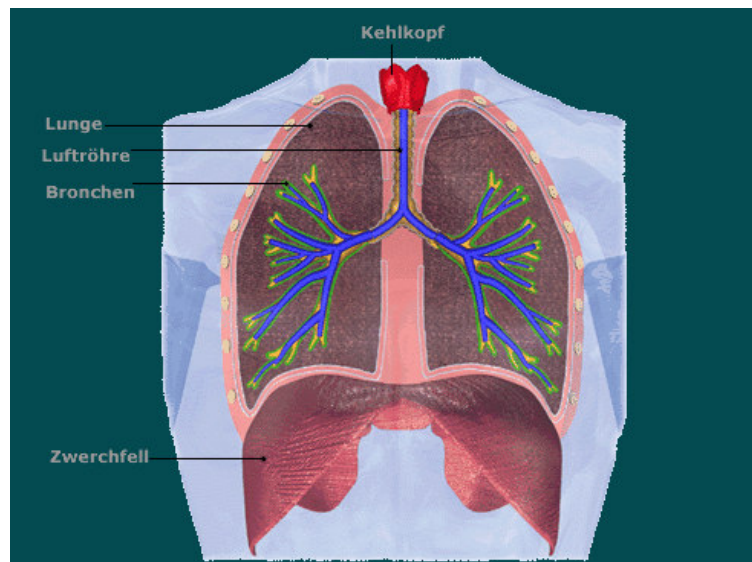
IV - Medizin

Die Lunge

Der lebensnotwendige Sauerstoff aus der Luft gelangt durch das Einatmen über die Lunge in den Blutkreislauf und wird dann auf alle Zellen des Körpers verteilt. Sauerstoff ist notwendig, damit den Zellen Energie für ihre Lebensprozesse zur Verfügung gestellt werden kann. Dabei entsteht eine Verbindung aus Kohlenstoff und Sauerstoff, das Kohlendioxid. Kohlendioxid gelangt mit dem Ausatmen in die Umgebung.



Die über die Nase oder den Mund eingeatmete Luft strömt durch den Rachen in die Luftröhre. Die Luftröhre, sie heißt in der Fachsprache Trachea, ist ein elastisches, etwa 12 cm langes "Rohr". Sie verläuft vom Hals hinunter in den Brustkorb hinter das Brustbein. Der Raum hinter dem Brustbein, zwischen dem rechten und dem linken Lungenflügel, wird in der Medizin als Mediastinum bezeichnet. Er enthält außer der Luftröhre das Herz, den Thymus, die Speiseröhre sowie Nerven, Blutgefäße und Lymphbahnen. Die Luftröhre teilt sich in einen linken und einen rechten Zweig, die Hauptbronchien, auf. Diese treten jeweils an der Lungenwurzel in einen Lungenflügel ein und teilen sich wie bei einem Baum in immer kleinere Äste, in Bronchioli und letztlich in Lungenbläschen auf. In den 300 Millionen Lungenbläschen wird der Sauerstoff vom Blut aufgenommen und parallel dazu vom Blut Kohlendioxid an die Luft abgegeben.



Die Luftröhre und ihre Verzweigungen sind von einer Schleimhaut ausgekleidet. Durch ihren klebrig-schleimigen Überzug werden Schwebeteilchen aus der Luft gebunden und ein Besatz mit feinen beweglichen Härchen sorgt dafür, dass der Schleim mitsamt Staubteilchen Richtung Rachen transportiert wird. Durch Husteln oder bisweilen auch kräftiges Husten sowie das Schlucken von Schleim wird also letztlich die Lunge gereinigt.

Die Lungenflügel ähneln in ihrer Form abgestumpften Kegeln. Sie sitzen auf dem Zwerchfell, einer muskulösen Platte, auf. Das Zwerchfell trennt den Brustraum vom Bauchraum und ist durch seine Bewegungen wesentlich an der Atmung beteiligt. Die Spitzen der Lungenflügel ragen jeweils etwas über die Schlüsselbeine empor. Nach ihrem Aufbau lassen sich die beiden Lungenflügel weiter unterteilen. Zwei tiefe Spalten gliedern den rechten Lungenflügel in Oberlappen, Mittellappen und Unterlappen. Bei der linken Lunge gibt es nur einen großen Spalt, er teilt die Lunge in Ober- und Unterlappen, da hier auch ein Teil des Herzens liegt. Die Lungenlappen ihrerseits lassen sich weiter in Bereiche untergliedern, die eine gewisse Selbständigkeit haben, die Lungensegmente. Jede Lunge hat insgesamt 10 Segmente.

Die Lunge ist von einem mit Flüssigkeit gefüllten Spalt (Fachausdruck Pleuraspalt) umschlossen, der die Beweglichkeit gegenüber knöchernem Brustkorb als auch Zwerchfell und Mediastinum ermöglicht. Die Flüssigkeit im Pleuraspalt kann bei Entzündung infolge einer gutartigen Erkrankung, aber auch bei bösartiger Tumorerkrankung, vermehrt sein.

Neben Nerven und Blutgefäßen durchziehen Lymphbahnen die Lunge, die mit einer Flüssigkeit, der Lymphe, "Abfallprodukte" abtransportieren und ausfiltern. Diese Bahnen bestehen aus Lymphgefäßen und Lymphknoten und verlaufen nach Verlassen der Lunge durch die Lungenwurzel entlang der Luftröhre. Später münden sie in den Blutweg ein. Bei bösartigen Erkrankungen können über die Lymphgefäße auch Krebszellen abtransportiert werden. Die zwischengeschalteten Lymphknoten wirken dabei als Filter, die Zellen abfangen können. Normalerweise sind Lymphknoten bis erbsengroß. Bei gutartigen und auch bei bösartigen Erkrankungen können sie anschwellen.



Leistungsgrößen der Lunge

Der Brustkorb nimmt nach einer normalen Ausatmung eine entspannte Mittelstellung ein, die so genannte Atemruhelage. Durch die Messung des ein- und ausgeatmeten Luftvolumens kann man Rückschlüsse auf die Änderung des Lungenvolumens während der Atmung ziehen.

Das Fassungsvermögen der Lunge schwankt von Mensch zu Mensch sehr stark und ist abhängig von der Körpergröße, dem Körpergewicht, dem Alter, der Konstitution und dem Geschlecht. Der Trainingszustand spielt eine untergeordnete Rolle.

Als Atemminutenvolumen bezeichnet man diejenige Luftmenge, die in einer Minute ein- und ausgeatmet (ventiliert) wird. Das Atemminutenvolumen ist das Produkt aus Atemzugvolumen und Atemfrequenz. Atemzugvolumen ist das Luftvolumen, das bei einem normalen Atemzyklus ein- und ausgeatmet wird. In Ruhe beträgt es bei Erwachsenen ca. 0,5 Liter, unter Belastung kann es auf ca. 2,5 Liter ansteigen, bei trainierten Spitzensportlern auf Werte bis um 4 Liter.

Inspiratorisches Reservevolumen heißt das Luftvolumen, das nach einer normalen Einatmung bei vertiefter Atmung zusätzlich eingeatmet werden kann.

Expiratorisches Reservevolumen heißt das Luftvolumen, das man nach einer normalen Ausatmung mit Hilfe der Bauchpresse willentlich noch zusätzlich ausatmen kann.

Residualvolumen heißt das Luftvolumen, das selbst bei tiefster Ausatmung noch in der Lunge zurückbleibt. Es beträgt bei gesunden Erwachsenen ca. 1,3 Liter. Weil sich die Luft im Residualvolumen immer mit der eingeatmeten frischen Luft vermischt, enthält sie noch sehr viel Sauerstoff, der deswegen während der Ausatemungsphase weiterhin in das Lungenblut übertritt, wodurch der Gasaustausch zwischen den Lungenbläschen und dem Lungenblut gleichmäßig und unabhängig von der jeweiligen Atemphase abläuft.

Unter Vitalkapazität wird die maximale Luftmenge verstanden, die nach einem Atemzug wieder ausgeatmet werden kann. Auch wenn Ausdauersportler eine deutlich erhöhte Vitalkapazität aufweisen (bis zu 7 Litern - Untrainierte ca. 3-4 Liter/abhängig von Größe und Gewicht), so ist dies kein wirklich Leistung bestimmender Faktor.

Totalkapazität heißt das Luftvolumen, das sich nach maximaler Einatmung insgesamt in der Lunge befindet. Die Totalkapazität setzt sich aus dem Residualvolumen und der Vitalkapazität zusammen.

Als Totraum bezeichnet man die Summe all der Hohlräume, die zwar der Luftzuleitung dienen, jedoch nicht am Gasaustausch zwischen Luft und Lungenkapillarblut teilnehmen.

Zwerchfell

Das Zwerchfell stellt die Trennwand zwischen Bauch- und Brustraum dar. Es hat seinen Ursprung mit seinem Rippenteil an der Innenseite des Rippenbogens und zieht mit seinen Muskelfasern bogenförmig nach oben, wo es in einem sehnigen Mittelteil endet.

Innerhalb des Zwerchfells wird zwischen einem Rippenteil, einem Brustbeinteil und einem Lendenteil unterschieden, je nach Ursprung. Das Zwerchfell wird von der Speiseröhre, der Aorta und der unteren Hohlvene im Lendenteil durchsetzt.

Zum einen sorgt das Zwerchfell dafür, dass die Bauchorgane aufgrund des hohen Drucks im Bauchraum nicht in die Brusthöhle gedrückt werden und damit ein Atmen verhindern, zum anderen ist es selbst als wichtigster Atemmuskel aktiv an der Atmung beteiligt.

Diese bezeichnet man entgegen der Brust- oder Rippenatmung als Zwerchfell- oder Bauchatmung (Ruheatmung ist übrigens fast ausschließlich Bauchatmung). Bei der Bauchatmung wird durch die Kontraktion des Zwerchfells der Inhalt des Brustraums vergrößert und somit auch das Volumen der Lunge. Bei einem sehr tiefen Atmen kann sich das Zwerchfell bis zu 10 cm senken, die Oberfläche des Zwerchfells, sonst als Kuppe ausgebildet, kommt in eine horizontale Lage bzw. klappt sogar nach unten, was dazu führt, dass das auf dem Zwerchfell aufliegende Herz bis an den Rippenbogenwinkel an die Bauchwand gezogen wird. Bei sehr schlanken Menschen ist das sogar mit bloßem Auge zu erkennen.

Sauerstoff

Der lebens- und leistungswichtige Sauerstoff (O_2) muss ständig nachgeliefert werden. Gleichzeitig muss das entstandene Kohlendioxid (CO_2) abgegeben werden. Das Atemzentrum reguliert diese Prozesse optimal.

Die Muskulatur kann längerfristig nur soviel Energie entwickeln wie Sauerstoff zur Verfügung steht. Das maximale Sauerstoffaufnahmevermögen VO_{2max} ist ein wichtiger, die Leistung bestimmender Faktor im Sport, vor allem beim Ausdauertraining.

Dabei ist die maximale O_2 -Aufnahmefähigkeit nicht mit der Menge der eingeatmeten Luft zu verwechseln.

Vielmehr ist die VO_{2max} , das "Bruttokriterium für das aerobe Ausdauerleistungsvermögen", das Maß für Sauerstoffzufuhr (Atmung), Sauerstofftransport (Herz-Kreislauf) und Sauerstoffverwertung (Muskelzelle) im Belastungszustand des Organismus.

Berechnet wird sie über das Herzminutenvolumen (HMV) und die arteriovenöse Sauerstoffdifferenz (AVDO $_2$).

Der zentrale Faktor (HMV) informiert über Herzarbeit und die Sauerstoffbindungskapazität des Blutes. Im peripheren Faktor (AVDO $_2$) kommen Kapillarisation, Myoglobingehalt und die Mitochondrien (Zahl und Größe) mit ihrem Enzymbesatz zum Ausdruck.

Um die maximale Sauerstoffaufnahme zu vergrößern, ist es somit notwendig, alle aufgeführten Teilfaktoren anzupassen. In Abhängigkeit von der Belastungsgestaltung (Intensität und Umfang) im Training kann aber auch eine Schwerpunktverschiebung innerhalb der komplexen Anpassungsprozesse zum zentralen oder peripheren Teil hin erreicht werden. Will man die aerobe Kapazität vergleichend beurteilen, empfiehlt es sich, die relative maximale Sauerstoffaufnahme (rel. VO_{2max}) zu berechnen. Sie drückt die Sauerstoffmenge in Milliliter pro Kilogramm Körpergewicht pro Minute (ml/kg/min) aus.

Die VO_{2max} ist im Erwachsenenalter vergleichsweise gering trainierbar. Sie kann im Durchschnitt um 20% (15-30%), nach mehrjährigem Training bis zu ca. 50% verbessert werden. Höhere Verbesserungen sind dann möglich, wenn vor bzw. in der Pubertät (Wachstumsalter!) ein Entwicklungs- und Altersangepasstes, systematisches Training begonnen wird.

Wenn bei einer sportlichen Belastung ein untrainiertes Herz mehr als 20 Liter Blut pro Minute durch den Körper pumpt und wenn die arbeitenden Muskelzellen aus diesem Blut sehr viel mehr Sauerstoff ausschöpfen als in Ruhe, sinkt der Sauerstoffgehalt des zentralvenösen Blutes, so dass in den Lungen wieder entsprechend mehr Sauerstoff zugeladen wird.

Die durchschnittliche maximale Sauerstoffaufnahme eines untrainierten Mannes zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr liegt zwischen 3000 und 3500 ml/min. Die vergrößerten Sporthertzen von trainierten Spitzensportlern können pro Minute bis zu 40 Liter Blut durch den Körperkreislauf und durch den Lungenkreislauf pumpen.

Die trainierten Muskelzellen dieser Sportler können dem vorbeiströmenden Blut sehr viel mehr Sauerstoff entnehmen als untrainierte Muskelzellen (größere arterievenöse Sauerstoffdifferenz). Aus diesem Grund liegen die Werte für die maximale Sauerstoffaufnahme trainierter Spitzensportler entsprechend höher zwischen 75 und 80 ml pro Kilogramm Körpergewicht und Minute. Werte von über 55 ml pro Kilogramm Körpergewicht und Minute werden normalerweise nur bei Sportlern gemessen, die regelmäßig Ausdauertraining betreiben.

Die Faktoren, die die maximale Sauerstoffaufnahme begrenzen, sind die Beatmung der Lunge (Atemminutenvolumen), der Gasaustausch zwischen Lungenbläschen und Lungenkapillarblut (Diffusionskapazität), die Sauerstofftransportkapazität des Herz-Kreislauf-Systems (Herzminutenvolumen), der gemeinsame Sauerstoffverbrauch aller ruhenden und arbeitenden Organsysteme, insbesondere die biochemische Ausstattung der arbeitenden Muskelzelle (arterie-venöse Sauerstoffdifferenz), das Blutvolumen und die Gesamtzahl aller Hämoglobinmoleküle (Totalhämoglobingehalt des Blutes).

Bei einer intensiven sportlichen Belastung dürfte der wichtigste Leistungsbegrenzende Faktor die Höhe des Herzminutenvolumens und die Möglichkeit der Sauerstoffausschöpfung durch die arbeitende Muskelzelle sein. Das subjektive Gefühl des Sportlers, «außer Atem» zu sein, wird offenbar mehr durch diese beiden Faktoren ausgelöst als durch die Fähigkeit der Lunge, den Sauerstoff aus der Umgebungsluft in das Blut aufzunehmen. Auch die Verbesserung der maximalen Sauerstoffaufnahme durch Ausdauertraining ist genauso von der Steigerung des Herzminutenvolumens und von der verbesserten Sauerstoffausschöpfung durch die trainierte Muskelzelle abhängig wie vom optimalen Funktionszustand des Atmungssystems. Im Übrigen bewirkt Ausdauertraining über eine verbesserte Atemtechnik eine tiefere Atmung, einen Anstieg des maximal möglichen Atemminutenvolumens und insgesamt eine Ökonomisierung der Atmung.

Sauerstoffmangel

Als Sauerstoffmangel wird eine zu geringe (Hypoxie) bzw. fehlende Sauerstoffversorgung (Anoxie) der Zelle bezeichnet. Sie kann unterschiedliche Ursachen haben.

Schon anhand der Farbe lässt sich sauerstoffarmes Blut von sauerstoffreichem unterscheiden, denn ersteres hat eher eine bläulichrote Farbe. Dieses lässt sich bei Sauerstoffmangel vor allem an den Lippen und der Haut erkennen, wenn diese sich bläulich verfärben (Zyanose). Die Reaktion der unter Sauerstoffmangel leidenden Organe, Gewebe und Zellen ist unterschiedlich.

Vor allem das Gehirn ist sehr empfindlich; eine einmal unterversorgte Nervenzelle kann nicht ersetzt werden. Bereits nach 15 Sekunden fehlender Sauerstoffzufuhr wird der Mensch bewusstlos. Dauert die Unterbrechung der Sauerstoffzufuhr länger als drei Minuten, treten Dauerschäden an Teilen des Gehirns auf, nach etwa fünf Minuten ohne Sauerstoff setzt normalerweise der Gehirntod ein.

Ursache für eine Anoxie kann eine unzureichende Sauerstoffkapazität des Blutes sein (anämische Anoxie). Sie tritt ein, wenn ein Mangel an roten Blutkörperchen herrscht (große Blutverluste, Knochenmarksschädigungen). Eine anämische Anoxie kann auch durch einen Mangel an Hämoglobin auftreten, was sich trotz ausreichender Zahl an roten Blutkörperchen bei Eisenmangel ergibt. Außerdem kann eine Fehlbildung von Hämoglobin zum Sauerstoffmangel führen.

Wird das Blut nicht ausreichend mit Sauerstoff beladen, spricht man von hypoxämischer Anoxie. Ihre Ursache kann ein zu tiefer Sauerstoffpartialdruck der Außenluft, wie er in größeren Höhen besteht, sein. Auch wenn die Atemmuskulatur bzw. das Atemzentrum gelähmt sind, ist die Sauerstoffzufuhr nur mangelhaft. Verkrampfungen der Bronchialmuskulatur oder Lungenödeme führen zur hypoxämischen Anoxie.

Entsteht Sauerstoffmangel durch eine verringerte Durchblutung der Kapillaren, spricht man von ischämischer Anoxie. Diese kann durch plötzlichen Blutdruckabfall auf Grund eines großen Blutverlustes oder Herzversagens entstehen. Auch Gefäßverengungen oder Abschnüren eines einzelnen Körperteiles führen zur ischämischen Anoxie.

Blut

das auch als "flüssiges Gewebe" bezeichnet wird, besitzt eine Vielzahl von Funktionen, die anderweitig nicht ersetzt werden können.

1. Stofftransport Mit dem Blut werden z.B. Sauerstoff und Kohlendioxid, Stoffwechselprodukte, Vitamine und Nahrungsstoffe innerhalb des Körpers transportiert.
2. Wärmeregulation Das Blut ist nicht nur in der Lage Stoffe zu transportieren, sondern auch Wärme. Aufgrund seiner großen Wärmekapazität kommt ihm eine große Bedeutung bei der Aufrechterhaltung der Körpertemperatur zu.
3. Signalübermittlung Hormone fungieren als Botenstoffe innerhalb des Körpers. Um vom Ort ihrer Bildung zu ihrem Wirkort zu gelangen, benutzen sie das Kreislaufsystem.
4. Pufferung Der pH-Wert des Blutes beträgt im Mittel 7,4. Für den Organismus ist die Konstanthaltung des Säure-Base-Haushaltes (Pufferung) bei diesem pH-Wert besonders wichtig, da Blut-pH-Werte unter 7,0 und über 7,8 mit dem Leben nicht vereinbar sind.
5. Abwehr Im Blut sind Stoffe enthalten, die der Abwehr von Schädigungen des Organismus z.B. durch Erreger (Immunabwehr) aber auch durch Verletzungen (Gerinnung) dienen.

Zusammensetzung

Blut besteht zu 56 % aus Plasma. Plasma besteht zu über 90 % aus Wasser und enthält rund 8 % Eiweißkörper. 4 % dieser Eiweißkörper sind Fibrinogene (ein Blutgerinnungsfaktor).

Plasma ohne Fibrinogen nennt man Serum. Serum ist die Flüssigkeit, die sich nicht verfestigt, wenn das Blut gerinnt. Die anderen 44 % des Blutes sind zellige Bestandteile.

Die normale Blutmenge beim Erwachsenen beträgt ca. 1/14 des Körpergewichts, bei einem 70 kg schweren Menschen also etwa 5-6 Liter

Feste Bestandteile

1. rote Blutkörperchen (Erythrozyten)

Für die rote Färbung dieser Blutkörperchen ist der rote Blutfarbstoff, das Hämoglobin (Hb), verantwortlich. Für den Aufbau dieses Farbstoffes sind unbedingt Eisen, Vitamin B12 und Folsäure in ausreichenden Mengen notwendig. Hämoglobin ist für die Funktion der Erythrozyten, den Sauerstofftransport, essentiell notwendig. Dabei wird Sauerstoff reversibel an die Eisenmoleküle der Häm-Gruppen gebunden. Kohlenmonoxid (CO) hat eine ca. 200-300fach stärkere Bindungsneigung an Hämoglobin und kann so Sauerstoff aus seiner Bindung verdrängen, was zum Ersticken des betreffenden Menschen führt.

Die Lebensdauer der Erythrozyten beträgt zwischen 100 und 120 Tagen. Bei der Zirkulation mit den Blutstrom passieren die Erythrozyten regelmäßig die Milz. Hier werden gealterte Erythrozyten ausgesondert und abgebaut. Dieser Vorgang wird auch als Blutmauserung bezeichnet. Die dabei freiwerdenden Stoffe werden entweder weiter abgebaut und ausgeschieden, z.B. als Bilirubin, oder wiederverwertet, z.B. Eisen.

2. weiße Blutkörperchen (Leukozyten)

Leukozyten enthalten kein Hämoglobin und heben sich gegenüber Erythrozyten im Mikroskop als farblose ("weiße") Zellen ab. Die Hauptfunktion der Leukozyten besteht in einer Art Polizeifunktion. Werden Leukozyten durch Stoffwechselprodukte von Krankheitserregern angelockt (Chemotaxis), sind sie auf Grund ihrer Eigenbeweglichkeit in der Lage, die Blutgefäße (Adern) durch Spalten in den Gefäßwänden zu verlassen (Diapedese). Die Krankheitserreger werden dann von den Leukozyten aufgenommen und durch Enzyme zerstört und verdaut (Phagozytose). Daher rührt auch ihre Bezeichnung als Fresszellen.

3. Blutplättchen (Thrombozyten)

Blutplättchen sind dünne, farblose Scheibchen mit einem Durchmesser von ca. 3 µm. Sie entstehen im Knochenmark aus Knochenmarksriesenzellen (Megakaryozyten). Ihre Hauptfunktion besteht in der Unterstützung der Blutgerinnung.

Dehydration

Entgegen der allgemeinen Meinung kann man auch in unserer mitteleuropäischen Region rasch dehydrieren, wenn man unter körperlicher Belastung nicht ausreichend Flüssigkeit zuführt. Unter körperlicher Belastung will ich hier nicht nur Arbeit oder Sport verstehen, sondern auch das "Braten" des Körpers in der Sonne, um nur ein Beispiel anzuführen.

Unter Dehydration versteht man eine gesteigerte Abnahme der Körperflüssigkeit ohne eine entsprechende Flüssigkeitszufuhr. Der Flüssigkeitsverlust kann über den Magen-Darm-Trakt, die Atemluft, über den Urin oder über die Haut (Schwitzen) erfolgen. Beim Tauchen verliert man besonders stark Körperflüssigkeit. Dieser Flüssigkeitsverlust ist natürlich besonders groß bei Tauchgängen in subtropischen oder tropischen Regionen. Auf den Malediven waren 1997 die Mehrzahl der Dekounfälle auf Dehydration zurückzuführen!

Je intensiver der Atem ist, desto mehr Wasser wird als Dampf ausgeschieden, dies wird in der kalten Jahreszeit besonders gut sichtbar. Ebenso verliert der Körper durch Schwitzen Wasser und Salze. Sinkt der körpereigene Wasservorrat, so muss das Herz mehr arbeiten und folglich erhöht sich die Schlagfrequenz. Je stärker die Dehydration ist, desto geringer wird das Gesamtblutvolumen, das dem Herz zur Verfügung steht. Um den Körper weiter versorgen zu können muss das Herz immer schneller schlagen und die Leistungsfähigkeit wird immer stärker sinken. Da sehr viele Faktoren die benötigte Flüssigkeitsaufnahme bestimmen, kann man hier keine unmittelbar anwendbare Tabelle erstellen, die für jeden gilt. Als Anhalt kann man von dem fünffachen Flüssigkeitsbedarf über dem Normalverbrauch des Einzelnen ausgehen. Wie erwähnt ist dies ein absolut ungenauer Anhaltswert.

Es wird in drei Arten der Dehydration unterschieden:

- **isotone Dehydration** bedeutet, dass sich der osmotische Druck des Extrazellulärraums nicht ändert, da der Verlust von Wasser und Salz (Na) im gleichen Verhältnis erfolgt. Dies ist vor allem bei unzureichender Wasser- und Natriumzufuhr (Salz) der Fall; aber auch bei Erbrechen oder Durchfall.

- **hypertone Dehydration** entsteht beim Verlust von freiem Wasser bei nicht entsprechendem Verlust von Salz (Na). Dies kann bei Fieber und Verdursten der Fall sein.
- **hypotone Dehydration** entsteht, wenn im Verhältnis zu der Menge des vorhandenen Wassers, zu wenig Salz (Na) vorhanden ist. Dies geschieht dadurch, dass zuviel Salz ausgeschieden wird. Dies ist z.B. bei starkem Schwitzen der Fall. Beim Tauchen spielt vor allem diese Art der Dehydration eine Rolle.

Ein erhöhter Flüssigkeitsverlust kann unter anderem zu einer Blutdrucksenkung, bis hin zu Schockzuständen führen. Außerdem kann es zu Bewusstseintrübungen bzw. -verlusten führen. Es ist daher - natürlich nicht nur beim Tauchen - unbedingt auf ausreichende Flüssigkeitszufuhr zu achten.

Symptome

Das normalerweise vorhandene Durstgefühl kann bei schweren Formen wegen gleichzeitig auftretenden Störungen des Zentralen Nerven Systems (ZNS) fehlen bzw. nicht wahrgenommen werden. Es kann zu Krampfstörungen, Bewusstseintrübungen bis hin zu schweren Schockzuständen kommen. Beim Tauchen können derartige Zustände sehr schnell lebensbedrohend werden.

Prophylaxe

Es ist daher auf eine ausreichende Flüssigkeitsaufnahme auch ohne Durstgefühl, z.B. in Form von Mineralwasser, Säften oder Tees, zu achten. Auch stark flüssigkeitshaltige Früchte wie Apfelsinen oder Melonen sind geeignet. Auf keinen Fall Alkohol, auch kein Bier, vor dem Tauchen zu sich nehmen.

Erste Hilfe

Wie bei Hitzeerschöpfung; weiteren Flüssigkeitsverlust verhindern, durch Kleidung (Tauchanzug) entfernen, für Schatten, Kühlung sorgen und die ansprechbare Person kühle Getränke in kleinen Schlucken trinken lassen. Die Lagerung an die Kreislaufverhältnisse anpassen: bei stabilem Kreislauf Oberkörperhochlagerung ansonsten Flach- oder Schocklagerung. Je nach Schwere, Notarzt oder Arztbesuch. Jede weitere Anstrengung natürlich vermeiden.

Wärmehaushalt

Der Mensch gehört zu den gleichwarmen Lebewesen. Auch bei wechselnder Umgebungstemperatur bleibt seine Körpertemperatur konstant.

Dieses gilt allerdings nur für die Körperhöhlen, in denen eine gleichbleibende Kerntemperatur von etwa 37 Grad Celsius herrscht. Um diese Kerntemperatur aufrecht zu erhalten, müssen Wärmebildung und -aufnahme in einem Gleichgewicht mit der Wärmeabgabe stehen. Diese Thermoregulation geschieht über ein Steuerzentrum des Gehirns, den Hypothalamus. Er beeinflusst alle vegetativen Prozesse und ist damit ein wichtiges Organ, um das innere Milieu des Körpers zu regeln.

Die Wärmebildung ist abhängig von seinem Energieumsatz. Befindet sich der Körper in einem Ruhezustand, übernehmen über die Hälfte der Wärmeproduktion die inneren Organe; Haut und Muskulatur sind zu etwa 20 % beteiligt. Arbeitet der Körper, nimmt die Wärmebildung insgesamt stark zu, der Anteil der Muskulatur an diesem Prozess beträgt nun an die 90 Prozent. "Friert" der Körper, kann er sich zusätzlich durch das "Zittern" der Muskeln Wärme verschaffen. Außerdem tragen Schilddrüsenhormone und die Steigerung von hormonell angesteuerten Stoffwechselvorgängen innerhalb der Leber und der Muskeln (Adrenalin, Noradrenalin, Serotonin) zur Erhöhung der Wärmebildung bei.

Zur Wärmeabgabe wird die im Körperinneren gebildete Wärme mit dem Blutstrom an die Oberfläche des Körpers, also die Haut, gebracht. Dieses funktioniert allerdings nur, wenn die Temperatur der Haut geringer als die des Körperinneren ist. Wichtig ist beim Transport der Wärme vor allem die Durchblutung der Haut.

Wärme wird zum einen durch Strahlung und Konvektion (z.B. Wind, der auf die Haut trifft) abgegeben. Dieses ist nur in ausreichendem Maße möglich, wenn Dinge der Umgebung bzw. die Außentemperatur kühler als die Haut sind. Arbeitet der Körper stark oder sind die Außentemperaturen wesentlich höher, wird die Wärme des Körpers durch Verdunsten von Wasser abgegeben. Das geschieht durch "unsichtbare Hautatmung" normale Ausscheidung des bei der Atmung entstehenden Wassers über die Haut in Form von Wasserdampf. Ebenfalls beteiligt sind natürlich die Schweißdrüsen.

Bei normaler Temperatur sondert der Körper 300 - 500 ml Schweiß am Tag ab. Bei hohen Temperaturen und körperlicher Anstrengung ist es ein Vielfaches dieser Menge. Die Schweißzusammensetzung variiert. Neben Wasser ist im Schweiß auch Kochsalz enthalten. Ammoniak und Eiweiß sind ebenfalls Schweißbestandteile. Die Absonderung dieser Stoffe über die Haut kann die Nierenfunktion allerdings nicht ersetzen.

Wichtig ist, dass bei hoher Schweißabsonderung neben der Flüssigkeitsmenge der Verlust an Kochsalz wieder ausgeglichen wird. Die Schweißabgabe wird vom Nervensystem und von Hormonen gesteuert. Erhöhte Schweißabgabe ist nicht nur Folge von Temperaturschwankungen, sondern auch zum Beispiel von Nervosität (Angstschweiß) .

Für die Verdunstung von Wasser wird Wärmeenergie benötigt. Durch den Verbrauch dieser Energie führt die Verdunstung zur Abkühlung des Körpers. Hauptziel ist dabei, die Körpertemperatur auf "normal", also um 37 °C, zu halten.

Durch Anpassung an die Außentemperaturen (Akklimatisation) wird die Wirksamkeit des Wärmehaushalts erhöht. Trockenes Klima vermindert die Verdunstung gegenüber einem Klima mit hoher Luftfeuchtigkeit. Auch die richtige Kleidung ist entscheidend für die Wärmeregulierung. Zu dicke und luftdichte Kleidung verhindert die Verdunstung des Schweißes.

Eine zu große Wärmestauung im Körper führt zum plötzlichen Versiegen der Schweißproduktion und zur Erhöhung der Körpertemperatur. Hirnstörungen können die Folge sein, der Mensch wird bewusstlos. Man spricht vom Hitzschlag. Wenn nicht sofortige Hilfe erfolgt, besteht Lebensgefahr.

Unterkühlung

Die Kälte spielt beim Tauchen eine besondere Rolle. Wasser verfügt über eine 25-fach höhere Wärmeleitfähigkeit (0,6) als die Luft (0,024). Würde ein Mensch ohne Kleidung in etwa 1°C kaltes Wasser steigen, so sinkt seine Kerntemperatur innerhalb von nur einer Stunde auf 25° C, was tödlich wäre. Einen derartigen Wärmeverlust käme in der Luft erst bei -6° C und 14 stündigem Aufenthalt zustande.

Alkoholgenuss lähmt die Hautgefäße und die Kälterezeptoren, da die Kälte durch diesen Effekt nicht empfunden wird und die Durchblutung der Haut deshalb weiterhin gut ist, erfolgt hier ein erhöhter Wärmeverlust. Dies muss man bedenken wenn bei entsprechenden Vorhaben und Temperaturen getaucht werden soll oder wenn eine betroffene Person mit Ersthilfe versorgt wird, da hier die Verabreichung von Alkohol unter Umständen zum Tod führen kann! Auch durch Bewegung kann der Wärmeverlust nicht aufgehalten werden, da durch das Schwimmen und die Muskelbewegungen ebenfalls die Haut gut durchblutet wird und durch die ständige Erneuerung der umgebenden Wasserschicht die Wärmeverluste

steigen. Schiffbrüchigen wird heute empfohlen durch das Einnehmen einer embryonalen Haltung im Wasser die Oberfläche so gering wie möglich zu halten und so den Wärmeverlust zu verringern.

Für Taucher gilt es zu beachten, dass durch die Unterkühlung die Sättigung des Gewebes mit Stickstoff sich vergrößert und bedingt durch die geringere Durchblutung die Stickstoffabgabe verringert wird. Somit ist bei Gerätetauchern das Risiko einer Dekompressionskrankheit trotz eingehaltener Dekompressionszeiten gegeben. Auch könnten Apnoetaucher hiervon ebenfalls betroffen sein, wenn exzessiv und mit geringen Oberflächenpausen getaucht wird.

Symptome

Die Mediziner teilen die Unterkühlung in 3 Phasen ein:

37° C - 34° C (stets als Rektaltemperatur)

der Betroffene ist noch ansprechbar, zeigt starkes Kältezittern und klagt über Schmerzen in Füßen, Knien und Genitalbereich. Der Puls und Blutdruck sind erhöht.

34° C - 30° C

Die betroffene Person wirkt teilnahmslos, müde kaum mehr ansprechbar. Das Muskelzittern hört auf, jedoch tritt nun die Muskelstarre an seine Stelle. Der Betroffene atmet schwer und auch sein Schmerzempfinden lässt nach. Der Puls sinkt auf 30-40 Schläge pro Minute.

30° C - 24° C

Die betroffene Person ist nicht mehr ansprechbar, der Blutdruck fällt ab und der Puls ist kaum fühlbar und die Atmung ist kaum sichtbar. Man spricht hier auch von der Phase des Scheintodes. In dieser Phase können Ersthelfer meist nichts mehr ausrichten.

Prophylaxe

Ausreichenden und geeigneten Wärmeschutz mit Hilfe geeigneter Tauchanzüge. Beim Auftreten von Kältegefühlen den Tauchgang abbrechen oder in höhere und wärmere Wasserschichten auftauchen. Auf keinen Fall "durchhalten" wollen - aus welchen Gründen auch immer.

Vor dem Tauchgang ausreichenden Schlaf, keinen Alkohol und keine Medikamente und auch keine Aufputschmittel zu sich nehmen. Da niedrige Temperaturen automatisch die Tauchzeiten verkürzen, sollte man das bei bekannten Tauchrouten berücksichtigen und die Route an den Zeitfaktor anpassen.

Erste Hilfe

Bei dem Punkt Dusche/Bad ist die Kerntemperatur ausschlaggebend, nicht die optischen Symptome! Die Unterkühlten Personen sollten sich so wenig wie möglich bewegen, damit das kalte Blut der Extremitäten sich nicht mit dem noch warmen Kernblut vermischt und so weiter die Temperatur fallen lässt (Afterdrops). Hierzu trägt auch die falsche Lagerung, falsche Erwärmung und falscher Transport bei. Unterkühlte sind liegend zu transportieren, auch wenn diese gehfähig sind! In allen Fällen ist die Einlieferung in eine Klinik notwendig.

Phase 1: nasse Kleidung entfernen, trocken halten und gegen weiteren Wärmeverlust isolieren. Wenn möglich aufwärmen (Umgebung, Dusche, Bad jedoch nur unter Aufsicht). Heiße

gezuckerte Getränke (KEIN ALKOHOL!) verabreichen. Aufwärmung im Rumpfbereich durch Wärmflaschen oder ähnliches.

Phase 2: wie Phase 1, jedoch Duschen und Bad nur unter ärztlicher Kontrolle und die Getränkeverabreichung nur bei ansprechbaren Patienten. Gegebenenfalls wird HLW notwendig.

Phase 3: wie Phase 2, hier muss in der Regel HLW durchgeführt werden.

V - Atemtechniken

Einleitung

In diesem Abschnitt möchte ich nicht auf die allgemeine Vorbereitung eingehen, wie Besprechung des TG's , etc.. Vielmehr geht es mir hier um die Persönliche Körperliche und Mentale Vorbereitung.

Mayol sagte einmal: „Freediving is about silence, the silence that comes from within !”. Damit hat er in einem Satz das Freitauchen beschrieben.

Der Tauchgang beginnt bereits an Land mit der mentalen Vorbereitung. Dabei macht es keinen Unterschied, auf welche Disziplin man sich vorbereitet. Das wichtigste ist die körperliche und mentale Entspannung. Ich kann an dieser Stelle niemandem ein Rezept geben, wie er sich am besten entspannt, ich kann nur Wege aufzeigen.

Man bedient sich beim Freitauchen verschiedener Übungen aus dem Yoga. Yoga hat eine ganze Reihe von positiven Auswirkungen auf unseren Körper:

- Beweglichkeit durch Dehnung
- Beruhigt die Nerven
- Entspannung
- Belebt die Organe und Nervenzentren
- Konzentration
- Bringt Sauerstoff und damit Energie in unseren Körper
- Entschlackt

Yoga-Atmung (Pranayama)

Ein zentraler Punkt beim Yoga ist die Atmung. Es werden 3 Arten der Atmung unterschieden:

- Zwerchfellatmung (Körper)
- Flankenatmung (Gefühle)
- Obere Atmung (Gedanken)

Eine Kombination dieser 3 Atmungen (Vollatmung) wird im Yoga als ideale Atmung definiert.

Zwerchfellatmung

Lege dich auf den Rücken. Lege die rechte Hand auf den Brustkorb, die linke auf den Nabel. Atme aus. Nun atme wieder tief ein und lasse die Luft in die Lunge strömen. Dabei senkt sich das Zwerchfell in den Bauchraum. Du wirst spüren, wie sich die Bauchdecke unter der linken Hand langsam hebt. Drücke – wenn nötig – mit der rechten Hand gegen den Brustkorb, damit dieser sich nicht weitet. Atme nun durch die Nase wieder aus und drücke dabei sanft gegen die Bauchdecke.

Flankenatmung

Lege dich auf den Rücken. Lege die Handflächen an die unteren Rippen und an die Taille. Atme nun aus. Atme wieder ein und stelle dir vor, dass der größte Teil der Atemluft in die Flanken fließt. Der Brustkorb weitet sich, die Hände werden zur Seite gedrückt. Atme nun ruhig durch die Nase aus.

Obere Atmung

Lege dich auf den Rücken. Kreuze die Unterarme. Lege die rechte Hand auf den linken oberen Brustkorb und das linke Schlüsselbein, die linke Hand auf den rechten oberen Brustkorb und das rechte Schlüsselbein. Atme nun aus und wieder ein. Stelle dir bildlich vor, wie der größte Teil der Atemluft zu den Lungenspitzen fließt. Der Brustkorb dehnt sich, die Hände werden mitbewegt. Die Schultern dürfen sich dabei nicht nach oben bewegen. Atme durch die Nase wieder aus. Spüre, wie der Oberkörper sich wieder senkt.

Vollatmung

Die Vollatmung ist eine Verbindung von Zwerchfell-, Flanken-, und oberer Atmung. Sie ist die natürliche Atmung des Menschen. Lege dich auf den Rücken und richte deine volle Vorstellungskraft auf die Vollatmung. Atme nun einmal aus und wieder ein. Lasse die einströmende Atemluft zunächst in den unteren Teil der Lunge strömen und dann immer weiter die Lunge füllen: Der Bauch hebt sich, die Flanken und der obere Brustkorb weiten sich.

Atme aus und entspanne dabei die Atemmuskeln. Vermeide jede Anstrengung. Der Atem soll im Laufe der Übungen immer tiefer und gleichmäßiger werden.

Wechselatmung

Die Lungenseitenatmung (Wechselatmung) ist ein Wechsel zwischen der linken und der rechten Nasenöffnung bzw. Lungenhälfte.

Vor der Durchführung der Übung sollte man die Handhaltung beherrschen.

Mit der rechten Hand wird jeweils die linke oder die rechte Nasenöffnung verschlossen. Geübte können dabei das Fingerzeichen benutzen. Hierbei werden Zeigefinger und der Mittelfinger völlig gebeugt (in den Handteller). Ringfinger und kleiner Finger arbeiten dann gemeinsam mit dem Daumen, um die Nasenöffnung jeweils zu verschließen.

Durchführung der Lungenseitenatmung:

1. Die rechte Nasenöffnung wird verschlossen
2. Einatmung (EA) durch die linke Nasenöffnung EA
3. Linke Nasenöffnung verschließen, rechte Nasenöffnung öffnen Wechseln
4. Ausatmung (AA) durch die rechte Nasenöffnung AA
5. Einatmung durch die rechte Nasenöffnung EA
6. Rechte Nasenöffnung verschließen, linke Nasenöffnung öffnen Wechseln
7. AA durch die linke Nasenöffnung AA
8. weiter bei 2.

Die Qualität der Atmung sollte so gleichmäßig, so selten und so lange wie möglich sein.

Durch diese Übung erreicht man eine Kräftigung der Ausatmmuskulatur der Flanken, eine Harmonisierung des Befindens, Maximierung der Qualität der Atmung und eine Steigerung der Wahrnehmung nach innen.

Strömungsatmung

Bevor man die Strömungsatmung durchführen kann, sollte man erfahren haben, wie das Strömungsgeräusch/Reibelaut entsteht. Versuche das Strömungsgeräusch nach folgender Anweisung durchzuführen:

Ein Reibelaut entsteht durch Kontraktion des oberen Schlundsnürers während der Ein- und der Ausatmung. Die Kontraktion muss motorisch fein dosiert sein. Die Kontraktion muss während der verschiedenen Atemphasen stabil gehalten und den Strömungsverhältnissen angepasst werden. Der Reibelaut sollte konstant bleiben in Lautstärke und Frequenz während der gesamten Ein- und Ausatmung.

Der obere Schlundsnürer ist ein Muskel, der am Schluckprozess beteiligt ist. Seine Form ist röhrenförmig, seine Funktion ist der Transport der Nahrung während des Schluckvorganges. Während vieler Verhaltensweisen kontrahiert jeder von uns den oberen Schlundsnürer unbewusst. Zum Beispiel beim Stöhnen, beim Erschrecken, beim Sprechen und beim anhauchen eines Spiegels.

Durchführung von Strömungsatmung

Die Einatmung erfolgt langsam mit konstantem Reibelaut. Während der Einatmung weiten sich langsam die Flanken. Hierbei wird die Lunge zu etwa 80% gefüllt.

Die Pause nach der Einatmung

Danach hält man eine kurze Atempause von etwa zwei Sekunden. Hierbei die Atemwege offen halten !

Die Ausatmung

Nun langsam mit konstantem Reibelaut ausatmen, hierbei die Flanken einziehen und die Lunge maximal leeren.

Die Pause nach der Ausatmung:

Eine kurze Pause mit leerer Lunge von etwa zwei Sekunden halten.

Die Dauer:

Diese Form der Strömungsatmung kann solange geübt werden, wie es ohne Anstrengung möglich ist, z.B. zwei Minuten.

Hinweis für Anfänger

Die Dauer der einzelnen Atemphasen kann später bis zu 45 Sekunden betragen. Am Anfang genügen bereits mehr als drei Sekunden. Wichtiger als die Dauer der Atemphase ist die Qualität der Atmung.

Funktion/Wirkung

1. Training der Ausatmmuskulatur, besonders der Flankenmuskulatur.
2. Training der Schlundmuskulatur
3. Verlängerung der Atemphase
4. Erhöhung der Konzentration

Stossatmung

Bevor man die Stoßatmung durchführt, sollte man Kenntnis von der Atemmittellage haben, da die Stöße von dort aus durchgeführt werden.

Atemmittellage:

Dies ist derjenige Bereich, von dem aus sowohl eine Einatmung als auch eine Ausatmung möglich ist.

Durchführung:

1. Die Ausatmung
Durch Oberbauch-Kontraktion, ähnlich wie beim Hecheln, wird der Oberbauch beim Ausatmen stoßartig nach innen gezogen. Hierbei muss in der Nase ein Ausatemgeräusch entstehen, welches scharf und prägnant ist.
Die Ausatmstöße werden von der Atemmittellage aus getätigt.
2. Die Einatmung
Nach Beendigung des Stoßes wird die Oberbauchdecke losgelassen, dadurch kommt passiv wieder Atem in die Lunge hinein.
3. Grundsätzlich
Die Einatmung ist also passiv und die Ausatmung aktiv !
Durch das rhythmische Aneinandersetzen dieser Wechselvorgänge von passiv/aktiv und durch Konzentration auf die Nase, dort wo das Ausatemgeräusch entsteht, entwickelt sich die Stoßatmung.

Die Frequenz liegt zwischen 2 Herz und 0,5 Herz. Das heißt der Anfänger beginnt mit etwa einem Atemstoß innerhalb von zwei Sekunden. Der Fortgeschrittene kann bis zu zwei Atemstöße pro Sekunde durchführen. Die Dauer der Stoßatmung sollte mindestens 30 Sekunden betragen. Der Fortgeschrittene übt eine Dauer von bis zu zwei Minuten.

Funktion und Wirkung:

1. Kräftigung der Ausatem-Muskulatur des oberen Bauches und des Zwerchfells
2. Erhöhung der Konzentration
3. Minimierung der Atembedürfnisse
4. Steigerung der Wahrnehmung nach innen
5. Erhöhung der emotionalen Kontrolle

Uddiyana Bandha

Ich möchte nun eine Atemtechnik vorstellen, die das Zwerchfell trainiert. Sie macht es flexibler und gleichzeitig Muskulöser und dies kommt vor allem beim Tieftauchen positiv zum tragen. Des weiteren massiert das Zwerchfell sacht die Herzmuskeln und kräftigt sie dadurch. Bei dieser Übung wird das Zwerchfell vom Unterbauch aus in den Brustraum gehoben und zieht dabei die unteren Organe nach oben und nach hinten auf die Wirbelsäule.

Wichtig !

Bevor du diese Übung beginnst, solltest du die Vollatmung beherrschen ! Des weiteren sollte bei den ersten Versuchen ein Yoga-Lehrer, bzw. ein erfahrener Taucher (der die Übung beherrscht) dir beiseite stehen, um dich ggf. zu korrigieren !

Atemtechniken

Zunächst praktizieren wir diese Übung im Stand. Sie wird Grundsätzlich in der Pause zwischen der völligen Ausatmung und dem Beginn der Einatmung durchgeführt !

1. Stelle dich gerade hin. Der Abstand zwischen den Füßen sollte etwa 30cm betragen.
2. Neige dich mit gebeugten Knien ein wenig nach vorn, spreize deine Finger, und packe mit den Händen die Schenkel in der Mitte.
3. Winkle die Arme leicht im Ellbogen an, und führe das Kinn zum Hals.
4. Atme tief ein und dann schnell aus, so dass die Luft auf einmal aus den Lungen gestoßen wird.
5. Halte nun den Atem an, ohne Luft zu holen. Ziehe den gesamten Bauchbereich nach hinten zur Wirbelsäule, und hebe ihn an. Lasse während der Übung nie die Brust fallen.
6. Halte den Bauch so, löse die Hände von den Schenkeln, und lege sie etwas höher um den Beckengürtel, so dass du den Bauch noch mehr zusammenziehen kannst.
7. Strecke den Rücken, ohne den Halt im Bauch zu verlieren oder das Kinn zu heben.
8. Bewahre diesen Halt so lange du kannst (zwischen 10 und 15 Sekunden). Versuche nicht, ihn über deine Kraft hinaus zu halten, sondern steigere die Zeit allmählich und mit zunehmender Gewöhnung.
9. Entspanne nun zuerst die Bauchmuskeln, ohne das Kinn und den Kopf zu bewegen. Wenn diese sich bewegen, so ist sofort ein Druck in der Herzgegend und in den Schläfen spürbar.
10. Lasse den Bauch in seine normale Form zurückkehren. Dann atme langsam ein. Während der Schritte 5 bis 9 darfst du nicht einatmen !
11. Hole ein paar Mal Atem, und wiederhole den Zyklus. Aber nicht öfter als 6-8 mal hintereinander. Steigere die Dauer des Halts oder die Anzahl der Zyklen mit zunehmender Leistungsfähigkeit.

Wenn du diese Technik im stehen beherrscht kannst du damit beginnen sie in deine Meditation mit einzubauen.

Wichtige Hinweise

1. Die Zyklen sollten nur einmal am Tag ausgeführt werden !
2. Übe nur mit leerem Magen !
3. Ziehe nicht den Bauch ein, bevor du den Atem ausgestoßen hast !
4. Fühlst du einen Druck auf den Schläfen oder fällt das Einatmen schwer, so heißt dies, das du über deine Leistungsfähigkeit hinaus gegangen bist.
5. Atme nie ein, bevor du den Halt nicht gelöst hast und sich die unteren Organe wieder in ihrem normalen entspannten Zustand befinden.

Packen (Karpfen)

Beim Packen wird nach vollständiger Einatmung weitere Luft in die Lungen „gepackt“. Einige wenige Taucher schaffen es bis zu 4 Litern nach zu drücken. 99% aller Ärzte schreien auf, wenn sie von dieser Technik hören, da es für die Lunge nicht ganz ungefährlich ist. Daher ist diese Technik mit Vorsicht zu genießen und sollte nicht ohne eine gründliche Erklärung eines erfahrenen Tauchers durchgeführt werden.

Des weiteren möchte ich noch darauf hinweisen, dass die Technik des Packens das Blackoutrisiko erheblich erhöht !

Wie packt man nun ?

1. Schließe deinen Mund.
2. Atme gegen den geschlossenen Mund aus und fülle deine Wangen mit Luft.
3. Nun drücke die Luft, die sich in deinen Wangen befindet wieder zurück in die Lunge.
4. Wiederhole dieses 1-3 mal bist du es schaffst die Luft in deinen Wangen wieder zurück in deine Lunge zu drücken (das ganze muss ohne Anstrengung ablaufen).
5. Besorge dir einen Strohhalm.

6. Nehme den Strohhalm in den Mund.
7. Sauge Luft durch den Strohhalm in deine Wangen.
8. Atme normal durch den Strohhalm ein.
9. Bemerke den Unterschied zwischen der Einatmung und dem saugen durch den Strohhalm.
10. Atme nun durch den Strohhalm voll ein.
11. Sauge Luft durch den Strohhalm in deinen Mund.
12. Nimm den Strohhalm heraus.
13. Benutze deine Wangen, um die Luft die Lunge zu drücken.
14. Sauge nun noch einmal Luft in deinen Mund (ohne Strohhalm).
15. Benutze deine Wangen, um die Luft in die Lunge zu drücken (schlucke nicht die Luft in deinen Magen)
16. Ein „Saug/Drück“-Durchgang nennt sich „Packen“.
17. Starte nun noch einmal ohne Strohhalm.
18. Atme maximal ein.
19. Packe nun deine Lungen, wieder und wieder, bis du nichts mehr in deine Lungen bekommst oder bis es sich unwohl anfühlt. Zähle, wie viel mal du packen kannst.

Hyperventilation

Durch Hyperventilation lässt sich die Apnoezeit verlängern !

Aber trotzdem rate ich davon ab, da es das Risiko eines Unfalls erheblich steigert. Ich glaube es wird verständlicher, wenn ich einmal erkläre, was bei der Hyperventilation passiert.

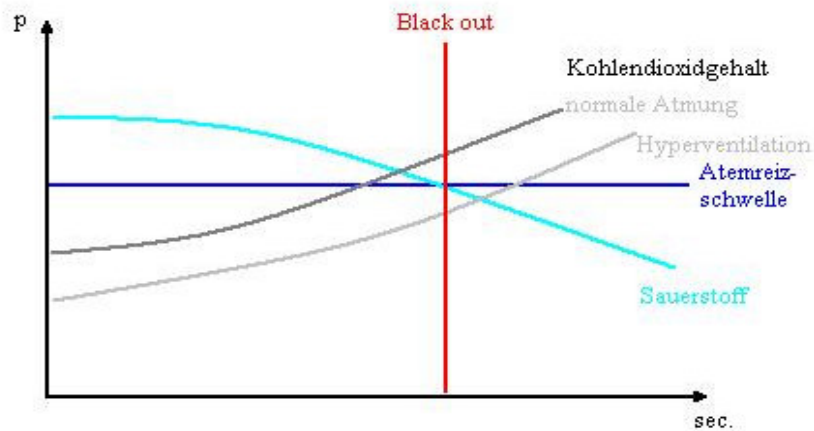
Gleich zu Beginn möchte ich einen Irrtum aus dem Weg räumen:

Durch Hyperventilation nimmt man nicht mehr Sauerstoff auf !

Bei normaler Atmung ist das Hämoglobin schon mit 97% Sauerstoff gesättigt. Somit lässt sich der Sauerstoffgehalt kaum noch steigern. Also kann die Apnoezeit nicht vom Sauerstoff direkt abhängen, aber wieso können wir trotzdem länger ohne Atmung auskommen ?

Betrachten wir noch mal kurz, wie die Atmung funktioniert:

Das Atemzentrum misst den $p\text{CO}_2$ Gehalt im Blut. Erreicht dieser Wert eine bestimmte Grenze, wird der Atemreiz ausgelöst. Dies reicht eigentlich schon aus, um zu erklären, was nun im Fall der Hyperventilation im Körper vorgeht.



Betrachten wir den normalen Atemvorgang anhand der Grafik.

Nachdem wir eingeatmet haben, ist der Sauerstoffspiegel (türkis) im Blut angestiegen und der Kohlendioxidspiegel (dunkel grau) gesunken. Nun vollbringen wir Muskularbeit, infolge dessen sinkt der Sauerstoffanteil und der Kohlendioxidanteil (dunkel grau) steigt. Hat der Kohlendioxidspiegel nun die Atemreizschwelle (blau) erreicht, bekommt das Gehirn den Befehl zum einatmen.

Betrachten wir nun den Atemvorgang beim Hyperventilieren.

Wie ich schon sagte, nimmt der Körper nicht mehr Sauerstoff auf, sondern es kommt nur zur vermehrten Abatmung von Kohlendioxid. Leisten wir nun wieder Muskularbeit, passiert das gleiche wie bei normaler Atmung, der Sauerstoffspiegel (türkis) sinkt und der Kohlendioxidspiegel (hell grau) steigt. Da wir aber nun am Anfang Kohlendioxid abgeatmet haben, erreichen wir später die Atemreizschwelle. Nun kann es dazu kommen, dass der Sauerstoffanteil soweit absinkt, bevor die Atemreizschwelle erreicht wird, dass wir Bewusstlos werden. Diese Bewusstlosigkeit ist eine schleichende Bewusstlosigkeit, d.h. wir nehmen ihr Kommen nicht war. Wird die Person nun bewusstlos setzt automatisch die Atmung wieder ein. Und dies ist, wie glaube ich bekannt, ziemlich schlecht unter Wasser.

Welche Technik soll ich benutzen ?

So viele Atemtechniken, aber welche ist den nun die beste ?

Auch hier kann ich nun keine konkrete Antwort geben, da jeder Taucher die für sich wirkungsvollste Technik herausfinden muss.

Eins gilt aber als sicher:

Der Schlüssel ist die Vollatmung !

Bevor man also mit den anderen Atemtechniken beginnt, sollte man die Vollatmung beherrschen.

Ich persönlich bevorzuge folgende Atemtechniken bei meiner Vorbereitung:

1. 1-2 Min. ganz normal ruhig atmen, um den Geist zur Ruhe kommen zu lassen.
2. 5-10 Vollatmungen.
3. 15 Runden Wechselatmung.
4. 1 Min. ruhig atmen, um den Atemapparat zu entspannen.
5. Nun folgen 3 Runden folgender Kombination:
 - 20 Stossatmungen
 - 2 Vollatmungen

Die Angaben über Rundenanzahl oder Zeit sind Schätzwerte, da ich nicht wirklich mitzähle, sondern nach Gefühl das ganze mache

VI - Yoga

Was ist Yoga ?

Yoga bezeichnet die Lehre von der Vervollkommnung des Menschen. Es stellt in Indien seit ca. 2000 Jahren ein philosophisch-religiöses System dar. Im Vordergrund steht die Harmonisierung von Körper, Geist und Seele, die dem Übenden zur Vervollkommnung verhelfen soll. Wie bei anderen fernöstlichen Methoden kam es auch beim Yoga im Westen zur Vermischung mit hiesigen Denkweisen. Daraus entstanden Übungen, die in erster Linie der Entspannung und der Harmonisierung von Körper und Geist dienen.

Unter den vielen Yoga-Wegen hat der Hatha-Yoga die größte Verbreitung gefunden. Der Hatha-Yoga ist eine Praxis, die gegensätzliche Energien vereint, ein- und ausströmende Energien im Gleichgewicht hält. Durch Yoga-Übungen sog. Asanas erreichen wir folgende Wirkungen in unserem Körper:

- Beweglichkeit durch Dehnung
- Beruhigt die Nerven
- Entspannung
- Belebt die Organe und Nervenzentren
- Konzentration
- Bringt Sauerstoff und damit Energie in unseren Körper
- Entschlackt

Auch die Atemübungen, wie Stossatmung, etc. kommen aus dem Yoga. Sie sind unter dem Oberbegriff Pranayama zu finden.

Hinweis

Dies soll kein Ersatz für ein Yoga-Kurs sein ! Ich stelle hier zunächst einige Yoga-Übungen vor, die hauptsächlich der Muskeldehnung dienen und unserer Lunge dienlich sind !

Asanas

Asanas werden in vier Phasen ausgeführt:

1. Einnehmen der Ausgangshaltung
2. Hinführen des Körpers in die persönliche Übungshaltung.
3. Verweilen in der persönlichen Übungshaltung
4. Zurückführen des Körpers in die Ausgangshaltung

Wie lange man in der Übungshaltung, der dritten Phase, verweilt, hängt allein von der Beweglichkeit, der Körperkraft und der Atmung ab.

Was Beweglichkeit und Körperkraft anbelangt: Schätze deine Möglichkeiten bitte realistisch ein. Schöpfe deine Beweglichkeit in jedem Asana aus, überfordere dich aber unter keinen Umständen. Yoga ist der Weg der „Gewaltlosigkeit“, dies sollte sich auch in der Übungspraxis ausdrücken.

Führe alle Bewegungen in deinem persönlichen Atemrhythmus aus. Beachte bitte die Anleitung, die dich auf Ein- und Ausatmung aufmerksam machen, besonders sorgfältig.

Sonnengebet

Von einigen Tauchern wird vor dem TG das sog. Sonnengebet praktiziert. Das Sonnengebet ist eine anmutige Folge von 12 Positionen, die als ineinander übergehende Bewegungen geübt werden. Wichtig ist die Bewegungen mit der Atmung in Einklang zu bringen.

Ich werde nun die einzelnen Bewegung mit einer kleinen Grafik erklären. Am Anfang empfehle ich allerdings dies unter Aufsicht eines erfahrenen Tauchers oder eines Yoga Lehrers durchzuführen, um evtl. Fehler in Bewegung und Atmung zu korrigieren.

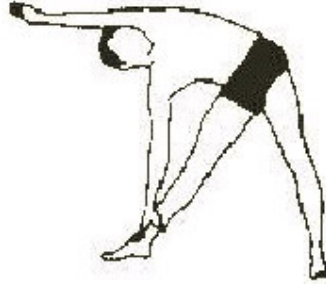


Der Anfänger beginnt mit vier Runden, und steigert sich dann allmählich auf 12 Durchgänge.

1. Stehe aufrecht mit geschlossenen Füßen, die Hände in Gebetshaltung vor der Brust gefaltet. Achte auf gleichmäßige Verteilung des Gewichts. Ausatmen
2. Einatmen, die Arme nach oben strecken, aus der Taille zurückbeugen, dabei die Hüften herausdrücken, die Beine gerade halten, den Hals entspannen.
3. Ausatmen, nach vorne beugen und die Handflächen auf den Boden legen; die Fingerspitzen sind in einer Linie mit den Zehen.
4. Einatmen, das rechte Bein nach hinten strecken und mit dem Knie den Boden berühren. Zurückbeugen und nach oben schauen, Kinn hoch.
5. Atem anhalten und auch das andere Bein zurückstrecken. Das Gewicht auf Hände und Zehen stützen. Kopf und Körper in einer Linie halten, zwischen den Händen zum Boden schauen.
6. Ausatmen; Knie, Brust und Stirn nach unten senken, Hüften anheben, die Zehen nach innen.

- 7.** Einatmen, die Hüften senken, die Zehen nach hinten ausstrecken und den Oberkörper zurückbeugen. Die Beine geschlossen, die Schultern nach unten halten. Nach oben und zurück schauen.
- 8.** Ausatmen, Zehen nach vorne, Hüften heben und den Körper in ein umgekehrtes “V “ drehen, die Fersen und den Kopf auf den Boden bringen und die Schultern zurücknehmen.
- 9.** Einatmen, den rechten Fuß nach vorne zwischen die Hände stellen, das andere Knie berührt den Boden. Nach oben schauen wie Position 4.
- 10.** Ausatmen, das andere Bein nach vorne bringen, aus der Taille heraus nach unten beugen, die Handflächen wie in Position 3.
- 11.** Einatmen, die Arme nach vorne, dann hoch über den Kopf nach hinten strecken und langsam aus der Taille heraus nach hinten beugen wie in Position 2.
- 12.** Ausatmen, sacht in eine aufrechte Haltung zurückkommen und die Arme neben den Körper bringen.

Dreieckstellung



Körperliche Wirkung

- Dehnen und Kräftigen der Seitenmuskulatur, Beinmuskulatur
- Verbesserung der Atmung, des Kreislaufs, des Stoffwechsels
- Verdauungsanregend
- Hat reinigende Wirkung auf den Organismus
- Beschleunigt die Heilung nach Infektionskrankheiten
- Heilt Rückenschmerzen, Halsverrenkungen

Gegenindikation

- Vorsicht bei Bandscheibenproblemen

Ausübung

- Stehend, gespreizte Stellung
- Linken Arm nach oben strecken, Oberarm liegt am Kopf an, rechter Arm hängt neben Oberschenkel
- Ausatmen, dabei Oberkörper nach rechts abbiegen
- Gesicht nach oben zur linken Hand
- Ruhig in die linke Brusthälfte atmen
- Ausatmen und zurück in Ausgangsstellung, Arm senken
- Wechsel

Fisch



Körperliche Wirkung

- Luftröhre wird entwickelt
- Lungenvolumen steigern
- Rippenatmung verbessern
- Dehnung der Brust
- Beseitigt Nacken- und Lendensteife
- Wirkt auf Wirbelsäule, stärkt Muskulatur
- Gegen Schnupfen
- Positive Wirkung auf Schilddrüse, Nebenschilddrüse
- Belebt Bauchorgane

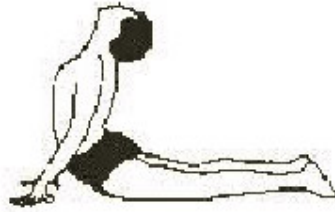
Gegenindikation

- Schilddrüsenüberfunktion
- HWS Probleme

Ausübung

- Auf dem Rücken liegend, Füße zusammen, Arme längs des Körpers, Hände unter Becken legen
- Einatmen, Kopf und Oberkörper heben, auf Ellenbogen abstützen
- Kopf in Nacken legen und Schädeldecke auf Boden bringen
- Brust weit dehnen
- Tiefes Atmen in die Brust (Rippenatmung)
- Einatmen Kopf und Oberkörper anheben und ablegen

Kobra



Körperliche Wirkung

- Stärkt Rückenmuskeln, wirkt Bandscheibenvorfall und gebeugter Haltung entgegen
- Dehnt Brust- und Bauchmuskulatur
- Verbesserte Rippenatmung
- Stärkt Herz und Kreislauf
- Harmonisiert das Nervensystem
- Wirkt auf Leber und Milz

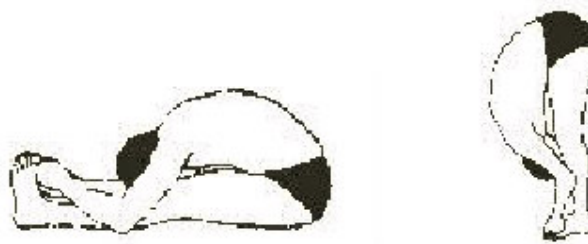
Gegenindikation

- Vorsicht bei Schilddrüsenüberfunktion und hohem Blutdruck
- Vorsicht bei Verspannungen der Rücken- und Gesäßmuskulatur
- Nicht bei: akuten Bandscheibenproblemen, Entzündungen im Bauchraum und Unterleib, Schwangerschaft

Ausübung

- Flach auf den Bauch legen, Füße zusammen, Fußflächen nach oben
- Hände auf den Boden in Schulterhöhe, Arme gebeugt, Stirn auf den Boden
- Einatmen, Kopf und Rumpf so hoch wie möglich heben, um die Wirbelsäule nach hinten zu beugen (Bauchnabel bleibt auf dem Boden)
- Ruhig tief in die Brust atmen
- Ausatmen, dabei Rückkehr im umgekehrten Sinn, Arme geben nach, Muskulatur des Rückens und der Beine lockern sich

Zange



Körperliche Wirkung

- Dehnung des Rückens, speziell der LWS
- Dehnung der Beinrückseite
- Kräftigung der Bauch-/Rückenmuskulatur
- Bauchspeicheldrüse, Leber, Nieren und Blase werden günstig beeinflusst
- Verringert Nervosität

Gegenindikation

- Vorsicht bei Bandscheibenbeschwerden
- Entzündungen im Bauchraum
- Bei Schwangerschaft mit gegrätschten Beinen üben

Ausübung

- Auf den Rücken legen, ausgestreckte Arme nach hinten ganz ausstrecken
- Arme zur Senkrechten heben, einatmen (nicht Atem anhalten)
- Arme/Hände zu den Oberschenkeln, Kopf und Schultern heben, dabei ausatmen, Blick auf die Knie
- Hände Richtung Füße und Rumpf heben und nach vorne neigen (Wirbelsäule abrollen)
- Stirn und Kopf Richtung Knie bringen, Hände umfassen große Zehen
- Ruhige, vollständige Atmung
- Langsam in die Ausgangsstellung zurückkommen, Rücken gründlich abrollen
- Hände folgen den Schenkeln und werden dann hinter den Kopf gelegt

VII - Autogenes Training

Was ist Autogenes Training ?

Autogenes Training ist eine Form der Selbstentspannung durch Konzentration. Ziel ist es, innerhalb kurzer Zeit in ein Stadium der Entspannung zu kommen. Dies kann allerdings nur durch regelmäßiges Üben erreicht werden. Nimm dir drei mal am Tag 2-3 Minuten Zeit und du wirst den Effekt schon nach kurzer Zeit bemerken.

Wie funktioniert das ?

Beim Menschen unterscheidet man zwei verschiedene Nervensysteme, das Zentralnervensystem und das vegetative Nervensystem. Das Zentralnervensystem (Gehirn und Rückenmark) verarbeitet unter anderem die Reize der Außenwelt und verbindet so Körper und Umwelt.

Das für uns wesentlich Interessantere ist das vegetative Nervensystem. Es reguliert vor allem Atmung, Blutkreislauf, Stoffwechsel, Wärme- und Wasserhaushalt des Körpers – und das auch ohne Bewusstsein und Willen des Menschen.

Mit Hilfe des Autogenen Trainings gelingt es uns auf z.B. auf den Spannungszustand eines Muskels (siehe Pendelversuch) einzuwirken. Dabei werden immer mehr Muskelfasern entspannt, die ihrerseits wiederum diesen Zustand der Entspannung über nervale Impulse bestimmten Hirnregionen mitteilen. Dies führt, sehr vereinfacht ausgedrückt, nun wiederum dazu, dass die in den betreffenden Hirnregionen zentral zusammengefassten Funktionen von der Entspannung auch anderer Muskelgruppen führt.

Wann sollte ich üben ?

Wie eingangs schon erwähnt muss man das Autogene Training regelmäßig üben. Drei mal am Tag, 2-3 Minuten reichen bereits für ein vereinfachtes Training aus. Es hat sich als günstig heraus gestellt, die folgenden drei Tagesabschnitte zu nutzen:

Die Zeit nach dem Aufwachen

Die Mittagspause

Die Zeit vor dem Einschlafen

Morgens zu beachten

Wenn du ein Morgenmuffel bist und lange Zeit brauchst, bist du wach bist, solltest du darauf achten, dass du deine Schläfrigkeit durch das Autogene Training nicht noch verstärkst. Denn wenn du im Schläfrigen Zustand dich auf den Rücken legst, die Augen schließt und sagst: „Ich bin Ruhig, meine Glieder werden schwer“, besteht natürlich die Gefahr, dass du wieder einschläfst. Am besten erst duschen und Frühstück und dann mit der Übung beginnen.

Mittags zu beachten

Es ist gerade am Mittag schwierig, 5 Minuten Ruhe zu finden, sowohl zu Hause als auch auf der Arbeit. Wenn du mittags am Arbeitsplatz sein musst, ist zum Beispiel ein idealer Ort (jetzt bitte nicht lachen) die Toilette.

Abends zu beachten

Wenn der Tag zu Ende ist und du ins Bett gehst, könnte die letzte Handlung vor dem Schlafen das Autogene Training sein. Führe die Übungen nach dem ausschalten des Lichtes durch. Bedenke, dass du in dieser Situation keine Rücknahme (Erklärung folgt später) brauchst, da du direkt in den Schlaf über gehst.

Wie lang sollte ich üben ?

Dies ist unter anderem abhängig davon, wie viel Konzentrationsfähigkeit man schon mitbringt. Da der Mensch fähig ist, sich nur eine kurze Zeit ganz und gar auf einen Gedanken zu konzentrieren, sollte man am besten drei mal täglich 2-3 Minuten üben. Es kommt natürlich nicht auf die Sekunde an, man sollte nur darauf achten, nicht weniger als 2 Minuten zu üben.

Die Übungshaltung

Da man sich beim Autogenen Training entspannen soll, sollte man auch eine entspannte Körperhaltung während des Übens annehmen. Die bevorzugte Haltung ist wohl das Liegen, es gibt aber Menschen, die sich in einer Sitzhaltung besser Entspannen können. Dies bleibt aber jedem selbst überlassen.

Die Rücknahme

Bevor ich zu den Übungen selber komme, müssen wir uns mit der Rücknahme beschäftigen. Wenn man die Rücknahme nicht richtig beherrscht, können nach der Übung Benommenheit und Müdigkeit zurück bleiben. Um die Selbstversenkung zu beenden musst du dir folgende Selbstbefehle geben und ausführen:

- **Arme fest** : Mit diesem Gedanken streckst du die Arme aus und ballst Fäuste. Dann ziehst du die Arme mehrmals mit Schwung zum Körper.
- **Tief ein- und ausatmen** : Mit diesem gedachten Selbstbefehl atmest du tief und deutlich hörbar ein und aus (2-3 mal).
- **Augen auf** : Bei diesem letzten Gedankenbefehl der Rücknahme öffnest du die Augen und stellst damit den Kontakt zur Außenwelt wieder her.

Diese Rücknahme wird nach jeder Übung vorgenommen und bleibt immer gleich, ganz egal, welche Tiefe der Selbstversenkung du erreichst und welche Formeln du anwendest.

AUSNAHME: Wenn du vor dem Einschlafen übst, nimm Sie nicht zurück, sondern lege dich zum Schluss bequem zum Einschlafen zurecht.

Der Pendelversuch

Um den Mechanismus zu verdeutlichen, auf dem das Autogene Training beruht, beginnen wir nun mit einem Versuch.

Nimm einen etwa 20 – 30 cm langen Faden; befestige an einem Ende einen Gegenstand, z.B. einen Schlüssel, halte das andere Ende zwischen Daumen und Zeigefinger; der Arm ist dabei ausgestreckt und zeigt leicht nach oben. Nun beobachte das Pendel und konzentriere dich innerlich auf folgenden Selbstbefehl:

„ Das Pendel schwingt von rechts nach links „

Autogenes Training

Diesen Gedanken wiederholst du nun mehrmals konzentriert. Sobald das Pendel angefangen hat zu schwingen, bringe es mit Konzentration und folgender Formel wieder zur Ruhe:

**„Das Pendel bewegt sich weniger,
... kaum noch,
... es hängt still. „**

Nun konzentriere dich wieder auf das Gegenteil:

**„Das Pendel schwingt von vorne nach hinten
- immer stärker von vorne nach hinten.“**

Sobald dein Pendel vor und zurück schwingt, konzentriere dich abschließend mehrmals auf den Gedanken:

„Das Pendel schwingt im Kreis.“

Wenn du dich bei diesem Versuch richtig konzentriert hast, wird das Pendel in jeder von dir gewünschten Richtung schwingen. Beende diesen Versuch mit der Rücknahme.

Damit hast du schon das wichtigste Gesetz des Autogenen Trainings erlebt: Das ein Gedanke sich im Körper auswirken kann. Genau das tut nämlich diese „konzentrierte Selbstentspannung“, wie das Autogene Training auch genannt wird: Sie wirkt auf Muskulatur und Blutgefäße ein und verändert das Körpergeschehen.

Die Übungen

Wenn der Pendelversuch funktioniert hat, wird es jetzt Zeit, mit den Übungen zu beginnen. In den folgenden Abschnitten werde ich 3 Übungen vorstellen:

- Ruhe Übung
- Schwere Übung
- Wärme Übung

Die Ruhe-Übung

Die Ruhe-Übung ist zunächst vor allem eine Einstimmung auf das Autogene Training. Du teilst deinem Körper mit, dass du jetzt Ruhe und Konzentration brauchst und schaffst damit die innere Situation der Entspannung und der Sammlung als Vorbereitung für die unmittelbar anschließende Schwere-Übung.

Bringe dich nun in eine gemütliche Position, schließe die Augen, entspanne dich und übernehme folgende Formel bitte wörtlich:

„Ich bin ganz ruhig.“

Solltest du dich stattdessen auf „Ich werde ganz ruhig“ konzentrieren, ist die Botschaft auf die Zukunft bezogen, und vielleicht reagierst du dann erst am nächsten Tag !

Führe diese Übung mit der anschließenden Schwere-Übung weiter, und beende sie mit der Rücknahme.

Die Schwere-Übung

Auch wenn sich nicht sofort dir innere Ruhe einstellt (nach etwa einer Minute), ist es dennoch Zeit für die Fortsetzung der Ruhe-Übung, die anschließende Schwere-Übung.

Gerade am Anfang wirst du die eintretende Ruhe nicht deutlich spüren; es kann sein, dass du noch überhaupt keine Ruhe wahrnimmst. Wenn das so ist, zweifle nicht an der Wirksamkeit des Autogenen Trainings. Mit der Zeit wirst du die Veränderungen wahrnehmen. Geist und Körper sind noch nicht aufeinander „eingeschworen“ – und möglicherweise blockierst du dich durch eine gewisse Skepsis („Ob das wohl funktioniert?“).

Nachdem nun Ruhe in dir eingekehrt ist, fahre mit folgender Formel fort:

„Mein rechter (linker) Arm ist schwer !“

Nach etwa zwei oder drei Minuten erreichst du eine Zustand, in dem du dich ruhig fühlst und der Arm schwer wird.

Gib dir nun die Kommandos der Rücknahme:

„Arme fest !“

Fäuste ballen und Arme mit Schwung anwinkeln und wieder ausstrecken – öfter.

„Tief ein - und ausatmen !“

Atme bewusst tief ein und ebenso bewusst wieder aus – mehrmals.

„Die Augen auf !“

Mache die Augen weit auf, nimmst wieder optisch Kontakt mit deiner Umwelt auf.

Dieses Schwereerlebnis wird sich mit zunehmender Übung auf den ganzen Körper ausbreiten. Dies nennt man Generalisation. Sie beruht darauf, dass jede Teilentspannung die Tendenz hat, sich auf alle Teile auszudehnen.

Als Vorboten und normale Begleiterscheinungen des beginnenden Schwereerlebnisses stellen sich folgende Phänomene ein: Ein leichtes Kribbeln taucht in den Fingern des rechten (linken) Armes auf. Im Unterarm, im Ellebogen oder in der Schulter spürst du ein leichtes Ziehen, und du hast das Gefühl, dass deine Hand und dein Unterarm an Volumen zunehmen, „wachsen“, „größer werden“.

Durch das Autogene Training kommt es im wesentlichen zu einem allmählichen Überwiegen des parasympathischen Anteils im vegetativen Nervensystem mit allen daraus ableitbaren körperlichen Folgezuständen. Dies sind im einzelnen:

- Pupillenverengung
- Blutdrucksenkung
- Atmungsverlangsamung
- Speichelfluss
- Senkung des Spannungszustandes im Skelettmuskelsystem
- Absinken der „Kerntemperatur“
- Anstieg der Hauttemperatur
- Verringerung des Atemminuten-Volumens

Autogenes Training

Wenn dir während des Übens Speichel vermehrt im Mund zusammenfließt, oder wenn die Augenlider vibrieren und der Darm kollert und bollert, so darfst du mit Sicherheit annehmen, dass du auf dem richtigen Weg bist.

Eine große Hilfe ist das richtige Atmen. Eine Formel, die auf Entspannung zielt, wird sicher besser angenommen, wenn sie in der Entspannungs- also der Ausatemungsphase aufgenommen wird.

Und so wird's gemacht:

- Lege dich entspannt hin, schließe die Augen und atme ein paar mal tief ein und aus, bis du das Ausströmen des Atems besonders angenehm und entspannt erlebst. Du solltest eins mit deiner Atmung werden.
- Wenn dir das gelungen ist, versuche, deine Formel in das Auf und Ab der Atmung hineinzulegen. Und zwar so, dass du dich während des Einatmens auf den ersten Teil – „ich bin...“ – und während des Ausatmens auf den zweiten Teil – „...ganz ruhig!“ konzentrieren.
- Das gleiche gilt für die Schwere-Übung:
Einatmen: „Mein rechter Arm ...“
Ausatmen: „... ist schwer !“

Ist es nun bei regelmäßigem Training nach einigen Tagen zu einer immer deutlicher erkennbaren Ausbreitung des Schwere-Erlebnisses gekommen, konzentriere dich auf folgende Formel:

„Ich bin ganz ruhig – Arme und Beine schwer !“

Bei weiterem regelmäßigem Üben stellt sich immer schnell und zuverlässiger dieses angenehme Schweregefühl im ganzen Körper ein. Dies kann bei manchen Menschen schon nach wenigen Tagen der Fall sein, bei anderen wieder dauert es Wochen, bis es soweit ist. In der Folgezeit kannst du die Formel weiter reduzieren auf:

„Ruhe – Schwere !“

Die Wärme-Übung

Mache es dir wieder an deinem Übungsplatz bequem.

Wenn du Rechtshänder bist, übernehme bitte wörtlich: „rechter Arm warm“.

Wenn du Linkshänder bist, konzentriere dich bitte auf: „linker Arm warm“.

Die vollständige Formel beinhaltet alle drei Grundübungen und lautet also:

„Ruhe – Schwere – rechter (linker) Arm warm !“

Wie bereits beim Pendelversuch und bei den ersten beiden Grundübungen gesehen, kann das Autogene Training mit Hilfe von Gedanken oder Konzentrationen körperliche Veränderungen herbeiführen.

So wie wir uns bei der Schwere-Übung einer Schwere-Vorstellung hingeben, um eine Entspannung der Muskulatur zu erreichen, so müssen wir bei der Wärme-Übung eine Wärme-Konzentration durchführen, um eine Veränderung des Gefäßsystems zu erreichen. Die Weitstellung der kleinen Blutgefäße, zum Beispiel an den Fingern, führt zu einer stärkeren Durchblutung. Das vermehrte Blutvolumen kommt aus dem Körperinneren – ist also wärmer und führt so zu einer messbaren Erwärmung der Finger.

Dementsprechend sinkt die „Körperkerntemperatur“ ab.

Wir benützen dabei das Signal „Wärme“, auf das wir uns konzentrieren, um durch die Empfindung der Wärme die Blutgefäße zu beeinflussen. Da die Regulation des Wärmehaushalts vor allem über die Veränderung der kleinen Gefäße der Körperperipherie erfolgt, beginnen wir mit der Wärme-Konzentration zunächst in den Armen. Später folgt die Wärme-Konzentration auch in den Beinen – bis zuletzt der ganze Körper beteiligt ist.

Autogenes Training

Nach einigen Tagen regelmäßigen Übens wird sich ein angenehmes Wärmegefühl allmählich über den ganzen Körper ausbreiten. Oft geht dies von der Ellenbogen-Unterarm-Region aus, manchmal auch von der Hand. Schneller als bei der Schwere-Übung kommt es zu einer Generalisierung des Wärmegefühls auf den anderen Arm oder auf das Bein.

Deshalb kannst du schon bald zur folgenden Formel übergehen:

„Ruhe – Schwere – beide Arme warm !“

oder

„Ruhe – Schwere – rechte (linke) Seite warm !“

Sobald dieser Zustand erreicht ist, kannst du übergehen zu der Formel:

„Ruhe – Schwere – Arme und Beine warm !“

Beim Üben bitte nicht die Rücknahme vergessen.

Dass dir nach einiger Zeit auch diese dritte Übung in „Fleisch und Blut“ übergegangen ist, bemerkst du daran, wie leicht und unproblematisch sich die Gesamtspannung deines Körpers als wohliges und willkommenes Gefühl der Schwere und der Wärme einstellt.

Man könnte sagen, dein Körper „kennt sich jetzt aus“ und braucht tatsächlich nur noch ein paar „Stichworte“, dann reagiert er richtig. Versuche daher ab jetzt ruhig, mit der Kurzformel zu arbeiten. Sage jetzt nur noch:

„Ruhe – Schwere – Wärme !“

und versuche damit, deinen Körper auf die Gesamtentspannung umzuschalten.

Wenn du die Gesamtentspannung nach einiger Zeit so gut kannst, dass du Ruhe, Schwere und Wärme im ganzen Körper empfindest, wirst du feststellen, dass du diesen Zustand immer schneller erreichst. Stellt sich diese generalisierte Gesamtentspannung schließlich innerhalb kurzer Zeit – meist innerhalb von ein bis zwei Minuten oder sogar schlagartig – ein, so ist das erreicht, was I.H.Schultz die „organismische Gesamtumschaltung“ nannte: Schwere – und Wärme-Erlebnis beschränken sich nun nicht mehr auf Arme und Beine, sondern werden im ganzen Körper wahrgenommen, was zu einer Veränderung der gewohnten Wahrnehmung unseres Körpers führen kann.

Für nähere Informationen über das Autogene Training empfehle ich das in den Quellen genannte Buch „Autogenes Training für jeden“.

VIII – Der Tauchgang

Einleitung

Im folgenden Kapitel möchte ich nun auf den Tauchgang selber eingehen. Ich führe hierzu die Disziplinen Static, Dynamic und Constant Weight auf.

Doch bevor wir nun die einzelnen TG's und ihre Besonderheiten betrachten, möchte ich noch auf den Tauchreflex und den LMC oder auch Samba genannt eingehen, da diese beiden bei allen TG's zum tragen kommen.

Tauchreflex

Eine Beeinflussung des Kreislaufs stellt schon das Eintauchen des Körpers in Wasser dar, dessen Temperatur deutlich unterhalb der Körpertemperatur liegt. Es bleibt der Blutdruck zwar gleich, aber es setzen dabei eine Verengung der Gefäße und eine Verlangsamung der Herzfrequenz ein. Dies kann unter extremen Bedingungen (Ertrinkender in kaltem Wasser) bis zu einer Reduzierung des Kreislaufs auf die Herz-Hirn-Versorgung führen. Die Zielsetzung dieses aus der Entwicklungsgeschichte der Landlebewesen noch erhaltenen Tauchreflexes ist eine Einsparung des O₂-Verbrauchs. Dieses Phänomen ist bei geübten Tauchern ausgeprägter als bei untrainierten und bei Tauchern mit Halbgesichtsmaske stärker als bei Tauchern mit Vollgesichtsmaske, da die Rezeptoren für diesen Reflex hauptsächlich in der Mundregion liegen. Durch das Eintauchen des Gesichts in das Wasser kommt es zu einer Verlangsamung des Herzschlags (Bradykardie) und einer Verminderung der Durchblutung in beiden Unterarmen. Dieser Effekt tritt auch beim Atemanhalten auf, wird aber durch das Wasser verstärkt, und zwar um so mehr, je niedriger die Wassertemperatur ist. Die Rezeptoren für diesen Reflex liegen vorwiegend um Mund und Nase.

Der Tauchreflex ermöglicht den im Wasser lebenden Säugetieren beim Tauchen den Energieverbrauch des Körpers zu senken, um so länger und tiefer tauchen zu können. Beim Abtauchen tritt ein Verlangsamung des Herzschlags bis zu 50 % der Ausgangsfrequenz und eine damit verbundene Abnahme des Herzminutenvolumens auf. In dieser Situation können dann nur noch die unbedingt notwendigen Organe durchblutet und mit Sauerstoff versorgt werden. Insgesamt führt dieser Reflex bei den Meeressäugern zu einer erheblichen Sauerstoffeinsparung. Beim Menschen ist der Tauchreflex nur noch ansatzweise erkennbar. Es kommt zwar auch hier zu einer Verlangsamung des Herzschlags (Bradykardie), doch tritt dieser Effekt nur sehr langsam ein und erreicht nur eine Frequenzvermindung um max. 30 %. Im Gegensatz zu den Meeressäugern ist der Effekt beim Menschen temperaturabhängig und besonders im kalten Wasser ausgeprägt. Nachteilig sind beim Menschen die mit dieser Bradykardie auftretenden Herzrhythmusstörungen, die bei den Meeressäugern nicht festzustellen sind.

LMC / Samba

Lost of Motor Control oder auch Samba genannt.

Der Name kommt von den unkontrollierten Muskelzuckungen. Diese Muskelzuckungen kann man vom Erscheinungsbild mit einem Epileptischen Anfall vergleichen. Der Körper hat eine Sauerstoffschuld, ein LMC kommt kurz vor einem Black Out. In einem Wettkampf wird man nach einem LMC disqualifiziert.

(Leider habe ich noch keine Medizinische Erklärung zum LMC gefunden, aber sobald ich etwas habe, wird dieser Abschnitt erweitert !)

Der TG - Static -

Wie erreicht man nun diese Zeiten jenseits von gut und böse ?

Auch hier ist, wie bei allen Disziplinen, das Schlüsselwort ENTSAPNNUNG. Bei der Disziplin "Static" kann man sich der Entspannung voll hin geben, da absolut keine körperliche Arbeit verrichtet wird. Man beginnt am besten mit 3 – 4 Durchgängen zum Aufwärmen (auf dem trockenen).

Als Beispiel eine Vorbereitung auf 3:30 – 4 min.

- 1.Durchgang: 2min. Vorbereitung --- 1:00 static
- 2.Durchgang: 2min. Vorbereitung --- 1:30 static
- 3.Durchgang: 2min. Vorbereitung --- 2:00 static
- 4.Durchgang: 2min. Vorbereitung --- 2:30 static

Nun folgt eine tiefe Entspannungsphase von 5-10min und danach der eigentliche Versuch.

Die Vorbereitungsphase ist, wie schon erwähnt, ein zentraler Punkt beim static. Hier sollte man auf die Qualität der Atmung Wert legen, nicht auf die Quantität. Man bedient sich hier verschiedener Atemtechniken aus dem Yoga, aber eine der wichtigsten Techniken ist die Vollatmung.

Die meisten Menschen atmen nur noch Oberflächlich und nutzen nur einen kleinen Teil ihrer Lungenkapazität. Bei der Vollatmung nutzt man alle Kapazitäten indem man zuerst in den Bauch atmet, danach in die Flanken und in die Brust und schließlich bis in die Schultern.

Für eine genauere Beschreibung der verschiedenen Atemtechniken, schaue einfach in mein unter Yoga-Atmung in diesem Manual.

Beim eigentlichen Versuch selber, sollte man die volle Entspannung anstreben. Während man auf dem Wasser liege konzentriert man sich nacheinander auf die Entspannung aller Muskeln. Man beginnt am rechten Fuß und geht rauf bis zur Hüfte. Danach das gleiche auf der linken Seite.

Als nächstes sind die Arme dran, man beginnt bei der Hand und geht hoch bis zum Schulterbereich. Und ganz wichtig, was die meisten Anfänger vergessen ist der Nacken und vor allem der Unterkiefer. Wenn der Unterkiefer entspannt ist, entsteht zwischen den Zähnen vom Ober- und Unterkiefer ein kleiner Spalt.

Die Lunge sollte unmittelbar vor dem TG nicht zu 100% gefüllt werden, da sonst die Spannungsrezeptoren des Brustkorbes ansprechen und dadurch ein unangenehmes Gefühl im Brustkorb, des weiteren setzt der Atemreiz schneller ein.

Besser ist es, die Lunge nur zu 80% zu füllen.

Man kann während des TG's zwei Phasen unterscheiden:

PHASE 1: Man liegt entspannt im Wasser, verspürt keinen Atemreiz, hat die Augen geschlossen und ist voll konzentriert.

PHASE 2: In dieser Phase setzt der Atemreiz ein, d.h. das Zwerchfell fängt an zu zucken. Nun ist es wichtig, die Konzentration aufrecht zu erhalten. Nicht an die Zeit denken, sondern mit irgendetwas ablenken.

Ablenken, aber womit ?

Dafür gibt es nun kein Rezept. Manche Taucher benutzen ein Mantra, wie z.B. „Gedanken kommen, Gedanken gehen“. Dabei sagt man sich diesen Satz in seinen Gedanken immer wieder vor. Sobald andere Gedanken aufkommen, lässt man diesen Satz immer Lauter werden, bis die Gedanken wieder still werden.

Eine andere Möglichkeit der Ablenkung ist, sich etwas vorzustellen, wie z.B. eine Gedankenreise.

Der Tauchgang

Hier geht man in Gedanken zum Beispiel durch einen Wald, schaut sich die Tiere an, hört den Wind, der in den Blättern ein leises Rauschen verursacht.

Oder man stellt sich vor, man taucht an einem großen Riff, mit vielen bunten Fischen und Korallen, das Wasser ist angenehm warm und man ist eins mit der Natur.

Hier vielleicht mal als Beispiel meine „Taktik“:

Ich beginne erst mich auf die einzelnen Muskelgruppen zu konzentrieren und um die totale Entspannung zu erreichen. Habe ich das erreicht beginne ich mit einer kleinen Gedankenreise. Dies geschieht alles während der ersten Phase (siehe oben). Komme ich nun in die zweite Phase, beginne ich mit dem Mantra „Gedanken kommen, Gedanken gehen“; da es nun immer schwieriger wird sich zu konzentrieren.

Hier, wie auch bei allen anderen Disziplinen gilt: Niemals ohne Partner !

Der TG - Dynamic -

Bei der Disziplin „Dynamic“, also dem Streckentauchen, ist neben der Vorbereitung auch die Schwimm - bzw. Tauchtechnik von zentraler Bedeutung. Folgende Punkte sind beim Streckentauchen zu beachten:

- Tauchgeschwindigkeit
- Hydrodynamik
- Sauerstoffverbrauch

Diese 3 Punkte sind eng miteinander verflochten und hängen ab von der Körperhaltung im Wasser um vom Flossenschlag. Durch den Einsatz physischer Kraft gewinnt der Taucher an Vortrieb und kann so mit wenigen, weitausladenden Flossenschlägen entsprechend weite Strecken zurücklegen. Beim Apnoetauchen kommt nun aber noch ein Faktor hinzu, der energetische Verbrauch. Geschwindigkeit und Hydrodynamik sind natürlich sehr wichtig, es sollte aber nicht auf Kosten des Sauerstoffverbrauchs gehen. Für das Apnoetauchen benötigt man genau den Mittelweg: ein relativ weitausladenden, aber nicht zu breiten Flossenschlag und einem regelmäßigen Rhythmus, der aber nicht übertrieben schnell sein sollte.

Bei Anfängern ist häufig zu beobachten, das sie bei jedem Flossenschlag die Knie mit knicken. Dies sollte man sich sehr schnell wieder abgewöhnen, da der Dreh- und Angelpunkt der Köchel bzw. der Oberschenkel ist.



Beim Flossenschlag unterscheidet man nun zwei Kräfte: die Zugkraft und die Auftriebskraft.

Die Zugkraft wirkt gegen die Vorwärtsbewegung der Flosse – der Taucher stößt sich gewissermaßen am Wasser ab. Der „Zugfaktor“ richtet sich nach der Oberfläche der Flosse.

Die Auftriebskraft wirkt senkrecht zur Flossenbewegung. Wie Flugzeugflügel, die ein Flugzeug in die Luft saugen, ermöglicht sie dem Taucher, sich vorwärts zu bewegen. Die Auftriebskraft hängt von der Krümmung des Flossenblattes ab.

Der Tauchgang

Bei langen Blättern und einem ausladenden Flossenschlag wird die Hauptkraft des Vortriebs durch erhöhte Zugkräfte erzeugt, wenn auch mit langsamerer Strömungsgeschwindigkeit des Wassers um die Flosse. Kurze, weiche Blätter sind geeignet für schmalen, schnellen Fußschlag, ähnlich wie beim Kraulschwimmen. Der Vortrieb entsteht in erster Linie durch die Auftriebskraft und die hohe Wassergeschwindigkeit um die Flossen.

Die Körper sollte möglichst unter Spannung stehen, um eine optimale Hydrodynamik zu erreichen. D.h. die Arme weit nach vorne durchstrecken und den Kopf zwischen die Arme, mit dem Blick auf den Boden (nicht nach vorne !).

Es ist häufig zu beobachten, das Taucher gegen ende ihres Sauerstoffvorrates dazu neigen schneller zu werden. Hier sollte man sich zwingen, die Geschwindigkeit bei zu behalten und nicht schneller zu werden, da man durch die höhere Geschwindigkeit mehr Muskularbeit verrichtet und damit auch mehr Sauerstoff verbraucht.

Der TG - Constant -

Bei der Disziplin „Constant“ also dem Tieftauchen, wird nun alles kombiniert, was bei „Static“ und „Dynamic“ besprochen wurde, also die absolute körperliche und geistige Entspannung und die Hydrodynamische und Sauerstoff sparende Schwimmlage. Nur kommt jetzt noch ein ganz entscheidender Faktor hinzu: der Druck !

Der Druckausgleich

Und damit kommen wir schon zum ersten Problem. Jeder kennt sicherlich die Ohrenschmerzen, wenn man im Schwimmbad etwas tiefer taucht. Diese Schmerzen kommen vom Trommelfell. Das Trommelfell ist eine dünne Membran, die das Mittelohr vom Innenohr trennt. Tauchen wir nun ab wölbt sich, da sich der Aussendruck erhöht, das Trommelfell nach innen. Würden wir diesem nicht entgegen wirken, würde das Trommelfell reißen. Dies hat zur Folge, dass Wasser in unser Innenohr eindringt und das Gleichgewichtsorgan in erheblichen Maße stört.

Um das zu verhindern, macht man einen Druckausgleich. Beim Druckausgleich wird Luft durch die Eustachische Röhre hinter das Trommelfell gebracht und somit das Druckverhältnis wieder ausgeglichen. Es gibt nun verschiedene Arten einen Druckausgleich durchzuführen. Drei möchte ich nun hier vorstellen: Valsalva Manöver, Druckausgleich nach Frenzel und den Druckausgleich nach Marcante-Odaglia.

Valsalva-Manöver

Man schließt den Mund und hält mit den Fingern die Nasenflügel zu, gleichzeitig versucht man, Luft durch die geschlossene Nase nach außen zu blasen. Da die Luft nicht über Nase oder Mund entweichen kann, wird sie über die Eustachische Röhre zum Trommelfell geleitet und bringt es in seine ursprüngliche Position zurück.

Marcante-Odaglia

Duilio Marcante ist der Vater des italienischen Unterwassersports, Professor Odaglia ein Experte in Hyperbar-Medizin. Bei der von ihnen entwickelten Methode wird durch die Zunge auf den hinteren Teil des Gaumens Druck ausgeübt und mit Bewegungen der Kinnlade und der Muskeln des Druckausgleich des Trommelfells durchgeführt.

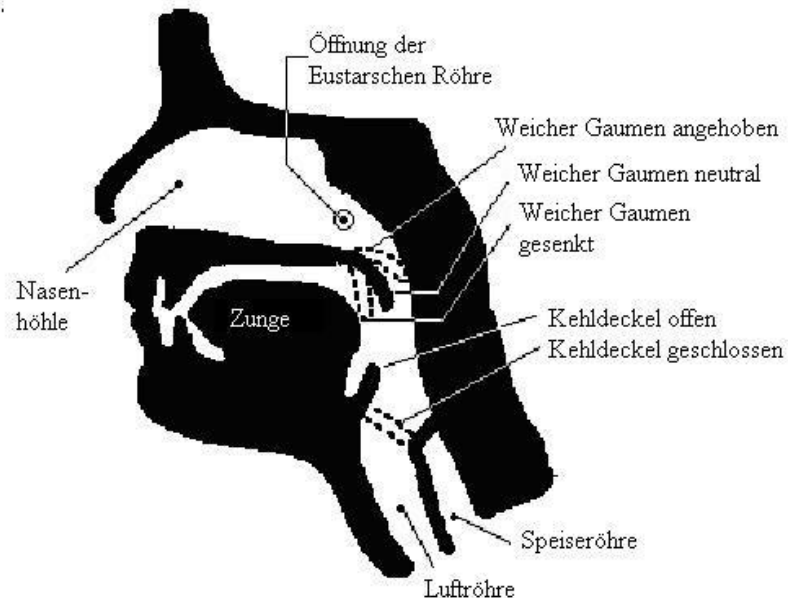
Im Wasser ist diese Technik schwieriger auszuführen als das Valsalva-Manöver. Zudem hängt es von den physischen Gegebenheiten eines Tauchers ab, ob er diese schonendere Methode überhaupt anwenden kann.

Frentzel

Da die Technik nach Frentzel wohl die schonenste und beste Technik für den Druckausgleich ist, möchte ich auf diese Technik näher eingehen.

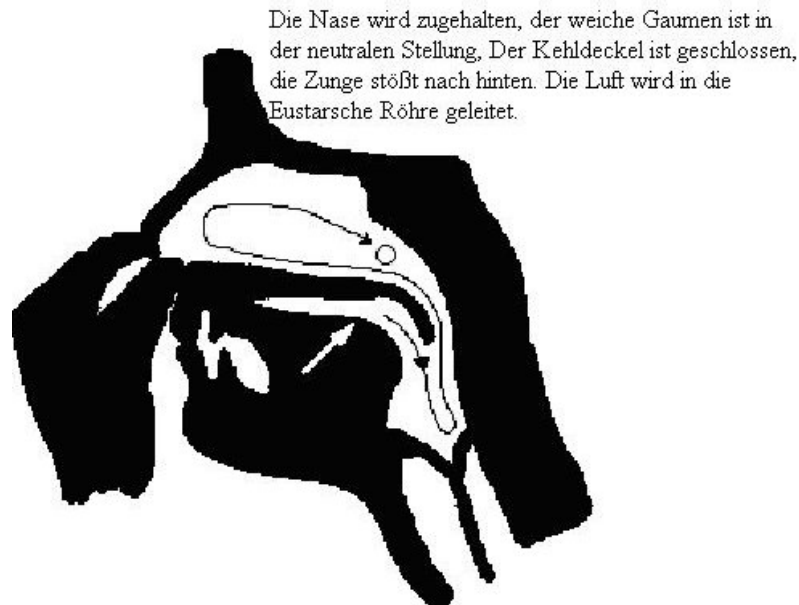
Der nun folgende Text ist ursprünglich von Eric Fattah. Ich habe ihn lediglich für dieses Manual ins Deutsche übersetzt.

Teil 1: Physiologie



- Die Passage zwischen Hals-Nasen-Rachenraum und Lunge nennt man Trachea (Luftröhre). Sie wird vom Kehldeckel geöffnet oder geschlossen.
- Die Passage zwischen Hals-Nasen-Rachenraum und Magen Ösophagus (Speiseröhre). Sie kann ebenfalls geöffnet oder geschlossen werden, allerdings ist sie immer geschlossen außer beim Schlucken.
- Der Luftstrom kann in oder aus den Lungen kann vom weichen Gaumen gelenkt werden. Ist der weiche Gaumen in der neutralen Stellung wird durch Nase und Mund geatmet.
- Ist der weiche Gaumen angehoben, wird nur durch den Mund geatmet.
- Ist der weiche Gaumen gesenkt, wird nur durch die Nase geatmet.
- Die Öffnung zur Eustarschen Röhre befindet sich in der Nasenhöhle. Der Schlüssel zum Druckausgleich im Ohr ist, Luft in die Eustarsche Röhre umzuleiten.

Teil 2: Frenzel in Aktion



Die Zunge arbeitet wie ein Kolben. Wenn man die Zunge zurück stößt und nach oben drückt, wird die Luft im Rachenraum komprimiert. Irgendwo muss die Luft ja nun hin. Sie versucht zunächst in die Lunge zu gelangen, die der Kehldeckel verschließt den weg dort hin. Nun versucht die Luft in die Speiseröhre zu gelangen, aber diese ist ebenfalls verschlossen. Durch die Nase kann sie ebenfalls nicht entweichen, da diese durch die Finger verschlossen ist. Die letzte Möglichkeit ist nun die Eustarsche Röhre. Der Luftdruck der auf das Trommelfell wirkt ist nun abhängig von der Stärke der Zunge. Die Zunge ist ein Unglaublich starker Muskel. Sie könnte einen genügend hohen Luftdruck erzeugen, um das Trommelfell Reißen zu lassen.

Wie wird die Frenzel Technik durchgeführt ?

1. Halte deine Nase zu.
2. Fülle deinen Mund mit ein wenig Luft.
3. Schließe den Kehldeckel.
4. Bringe den weichen Gaumen in die neutrale Stellung.
5. Benutze die Zunge als einen Kolben, um die Luft in den Rachen zu drücken.

Viele Menschen wissen nicht, wie sie den Kehldeckel oder den weichen Gaumen kontrollieren können und wie sie die Zunge als eine art Kolben benutzen. Wenn die einzelnen Schritte der nun folgenden Beschreibung beherrscht werden, ist ein Erfolg garantiert.

Die Technik wurde in folgende Schritte zerlegt:

1. Lernen, den Mund mit Luft zu füllen.
2. Lernen, den Kehldeckel zu kontrollieren.
3. Lernen, den weichen Gaumen zu kontrollieren.
4. Lernen, den „Zungen block“ anzuwenden.
5. Lernen, die Zunge als einen Kolben zu benutzen.
6. Lernen, den Kehldeckel und den weichen Gaumen unabhängig von einander zu kontrollieren.
7. Alles zusammen fügen
8. Im Wasser testen
9. Erweiterung für Fortgeschrittene

Schritt 1: Lernen, den Mund mit Luft zu füllen

Fülle deine Wangen wie ein Ballon und halte die Luft für ein paar Sekunden.

Nun benutze deine Wangen, um die Luft zurück in deine Lungen zu drücken.

Mache dies ein paar mal, bist du es beherrscht.

Um eine „komplette Wangenfüllung“ zu erreichen, fülle sie bis sie platzen ; -).

Um eine „mäßige Wangenfüllung“ zu erreichen, fülle sie bis sie anfangen sich zu wölben.

Wenn ich nun sage „Fülle deinen Mund mit ein wenig Luft“, mein e ich eine „mäßige Wangenfüllung“.

Schritt 2: Lernen, den Kehldeckel zu kontrollieren

Es gibt viele Wege um zu lernen, wie man den Kehldeckel kontrolliert.

Methode 1: Gurgeln

1. Nehme einen Schluck Wasser
2. Lege deinen Kopf in den Nacken, aber erlaube dem Wasser nicht den Rachen hinunter zu laufen und Schlucke dieses Wasser auch nicht.
3. Das Wasser wird deinen Rachen nicht hinunter laufen, weil du den Kehldeckel geschlossen hast.

Methode 2: Ausatmen und die Luft stoppen

1. Öffne deinen Mund und lasse ihn weit geöffnet.
2. Atme aus, aber erlaube der Luft nicht zu entweichen.
3. Mit anderen Worten, „schließe deinen Rachen“ und atme dagegen.
4. Keine Luft entweicht, weil du den Kehldeckel geschlossen hast.

Methode 3: Einatmen und die Luft stoppen

1. Öffne deinen Mund und lasse ihn weit geöffnet.
2. Atme ein, aber erlaube der Luft nicht in deine Lungen zu gelangen.
3. Mit anderen Worten, „schließe deinen Rachen“ und atme dagegen.
4. Die Luft gelangt nicht in die Lunge, weil du den Kehldeckel geschlossen hast.

Methode 4: Kehldeckelmusik

1. Wie in Methode 2 beschrieben atmest du gegen deinen Kehldeckel aus. Mache es weiter um den Druck zu steigern.
2. Nun, nur für einen Moment, lasse ein wenig Luft entweichen und stoppe sie wieder. Es sollte nun ein komisches abgehacktes Geräusch zu hören sein.
3. Lasse Luft heraus, stoppe sie, lasse Luft heraus, stoppe sie, wieder und wieder, so schnell wie möglich.
4. Den Muskel den du jetzt kontrollierst ist der Kehldeckel.

Methode 5: Kehldeckelmusik beim Einatmen

Wie in Methode 4, aber einatmen, stoppen, vorbei lassen, stoppen, vorbei lassen.

Fahre fort mit den Methoden 4 und 5, bist du den Kehldeckel beherrscht.

Schritt 3: Lernen, den weichen Gaumen zu kontrollieren

1. Schließe deinen Mund
2. Atme durch die Nase ein
3. Atme durch die Nase aus
4. Atme durch die Nase ein

5. Öffne deinen Mund
6. Atme NUR durch die Nase aus; es sollte KEINE LUFT aus deinem Mund kommen
7. Atme NUR durch die Nase ein; es sollte KEINE LUFT durch deinen Mund strömen
8. Versuche nur durch deine Nase zu atmen, lasse aber den Mund geöffnet.
9. Nun atme nur durch den Mund, ohne jegliche Luft durch Nase strömen zu lassen.
10. Erst wenn sicher bist, dass du entweder durch die Nase oder den Mund atmen kannst, fahre mit dem nächsten Punkt fort.
11. Atme tief ein
12. Öffne weit deinen Mund und lasse ihn geöffnet
13. Beginne LANGSAM nur durch den Mund aus zu atmen
14. Atme weiter aus und lasse deinen Mund geöffnet, atme nun durch die Nase aus
15. Atme weiter aus und atme wieder mit dem Mund aus.
16. Atme nun wieder langsam aus und wechsle so schnell wie möglich zwischen Nase und Mund hin und her
17. Versuche das gleiche während des Einatmens
18. Wenn du hin und her wechselst, wirst du manchmal etwas weiches im Rachenbereich spüren. Das ist dein weicher Gaumen. Du hebst ihn an, wenn du durch den Mund atmest und senkst in, wenn du durch die Nase atmest.
19. Wiederhole die Schritte so lange, bis du den weichen Gaumen auf und ab bewegen kannst, wie du willst.
20. Wenn du durch Nase und Mund ausatmest, befindet sich der weiche Gaumen in neutraler Stellung.

Schritt 4: Lernen, den „Zungen block“anzuwenden

Nun musst du lernen, den Luftstrom nur mit deiner Zunge zu stoppen.

1. Beginne durch deinen Mund aus zu atmen
2. Stoppe den Luftstrom, indem du den Mund schließt
3. Atme noch einmal ein und beginne wieder aus zu atmen
4. Stoppe den Luftstrom mit dem Kehldeckel
5. Du kennst nun 2 Möglichkeiten zu verhindern, dass die Luft aus deinem Mund strömt – du kannst entweder den Kehldeckel oder einfach den Mund schließen
6. Nun musst du noch eine dritte Möglichkeit lernen.
7. Atme ein und atme langsam durch den Mund aus. Sage dabei die englische Silbe „th“.
8. Nun lasse deine Zunge in dieser Position und berühre mit deiner Zungenspitze die Rückseite deiner vorderen Zähne
9. Versuche den Luftstrom zu stoppen, indem du deine Zunge als eine Art Dichtung verwendest. Die Spitze deiner Zunge berührt den Gaumen hinter deinen vorderen Zähnen; die Seiten deiner Zunge berühren den oberen Teil des Gaumens an neben deinen Backenzähnen
10. Wiederhole diese Schritte, bis du den Luftstrom mit Hilfe deiner Zunge stoppen kannst
11. Stelle sicher, dass du den Atem nicht mit Hilfe deines Kehldeckels oder deines Mundes stoppst !

Schritt 5: Lernen, die Zunge als einen Kolben zu benutzen

1. Wenn du noch nicht weißt, wie man seine Lungen packt (Karpfen), lese bitte zuerst dieses Kapitel
2. Erst wenn du das packen beherrscht, fahre mit den nächsten fort.
3. Suche dir einen Schnorchel
4. Nimm den Schnorchel in den Mund
5. Verschließe deine Nase
6. Packe deine Lungen durch den Schnorchel
7. Du kannst nun nicht deine Wangen zum packen benutzen, du musst deine Zunge benutzen

8. Mit anderen Worten, sauge Luft durch den Schnorchel, führe den „Zungen block“ durch und dann bewege deine Zunge nach hinten, um die Luft in deinen Rachen und dann in die Lunge zu drücken.
9. Wenn du das tust, berühren die Seiten der Zunge das Zahnfleisch deiner Backenzähne. Die Spitze der Zunge berührt die obere Seite deines Mundes. Sobald du eine "Dichtung" mit deiner Zunge verursacht haben, sind alle deine Zähne im äußeren "Luft Raum", und die ganze Luft hinter deiner Zunge ist im "hinteren Luft Raum". Wenn deine Zunge in dieser Position ist, ist es nicht möglich aus zu atmen, da deine Zunge die Luft blockt.
10. Erst wenn du durch deinen Schnorchel „packen“ kannst, beherrscht du diese Technik, die Zunge als Kolben zu benutzen. Nun weißt du, wie man mit Hilfe der Zunge, Luft in die Lunge presst.

Schritt 6: Lernen, den Kehldeckel und den weichen Gaumen unabhängig von einander zu kontrollieren.

Normalerweise sind der Kehldeckel und der weiche Gaumen miteinander „verbunden“, im gleichen Sinne, wie deine Ohren ebenfalls miteinander verbunden sind. Es ist schwierig ein Ohr zu bewegen und das andere nicht. Es ist schwierig die eine Augenbraue zu bewegen und die andere nicht. Wenn du eine Augenbraue bewegen kannst und die andere nicht, dann hast du die „Verbindung“ zwischen diesen beiden Muskeln „getrennt“. Du kannst diese beiden Muskeln unabhängig voneinander bewegen. Der Kehldeckel und der weiche Gaumen sind ebenfalls miteinander „verbunden“. Wenn du deinen Kehldeckel schließt, hebst du normalerweise den weichen Gaumen an. Dies ist ein Problem. Um die Frenzel Technik durchzuführen, musst du lernen, den Kehldeckel zu schließen und gleichzeitig den weichen Gaumen in die neutrale Stellung zu bringen. Das ist meist sehr schwierig und zeitintensiv und ist gleichzeitig der schwierigste Teil bei dieser Technik.

1. Setze deinen Zeigefinger und deinen Daumen unter deine Nasenlöcher, so das die Nase leicht verschlossen ist.
2. Es sollte möglich sein, durch die Nase auszuatmen, die Nasenflügel sollten dann ein wenig flattern
3. Fülle deinen Wangen maximal mit Luft
4. Schließe den Kehldeckel
5. Versuche deine Wangen zusammen zu pressen und die Luft DURCH DEINE NASE ausströmen zu lassen
6. Du solltest nun spüren, wie die Luft über deine Finger entweicht.
7. Wenn die Luft nicht entweicht, dann strömt sie zurück Richtung Lunge d.h., das dein Kehldeckel nicht geschlossen ist.
8. Wenn die Luft nirgendwo hinget, sich also STAUT, dann heißt das, das dein weicher Gaumen geschlossen ist und somit die Passage zur Nase versperrt. Wiederhole dann den Schritt 3.
9. Wiederhole die oberen Schritte noch einmal, konzentriere dich dabei auf den weichen Gaumen und versuche sie in der neutralen Position zu halten ! Der einzige Weg deine Wangen zusammen zu drücken und dabei Luft durch die Nase entweichen zu lassen ist, den weichen Gaumen in der neutralen Position zu halten.
10. Sollte es immer noch nicht funktionieren, dann versuche mal folgendes:
11. Verschließe nochmals deine Nase
12. Atme 90% deiner Luft durch den Mund aus
13. Schließe deinen Mund und drücke die restlichen 10% in deine Wangen.
14. Schließe deinen Kehldeckel
15. Nun sollten deine Lungen komplett leer sein und deine Wangen sollten voll sein. Die Luft sollte in deinem Mund eingeschlossen sein, da der Kehldeckel geschlossen ist.
16. Nun atme wieder gegen deinen geschlossenen Rachen ein. Natürlich wird keine Luft in die Lungen strömen, da der Kehldeckel geschlossen ist. Stattdessen erzeugst du ein Vakuum in deiner Lunge

Der Tauchgang

17. Erhalte das Vakuum in deiner Lunge. Nun versuche deine Wangen zu komprimieren und die Luft durch deine Nase ausströmen zu lassen. Konzentriere dich auf den weichen Gaumen. Entspanne ihn – bring ihn in die neutrale Position. Wenn es klappt, strömt die Luft aus deiner Nase.
18. Übe diese Schritte, bis du deine Wangen füllen, den Kehldeckel schließen, deine Wangen komprimieren und die Luft durch deine Nase strömen lassen kannst. Wenn du das kannst, dann

bist du in der Lage, deinen Kehldeckel zu schließen und den weichen Gaumen in die neutrale Position zu bewegen. Das ist die Muskelstellung, an die du dich erinnern musst.

Ein anderer Weg um dies zu lernen, ist das „packen“ der Lunge durch die Nase. Mit anderen Worten, versuche zu lernen, deine Lunge mit geschlossenem Mund zu „packen“:

Schritt 7: Alles zusammen fügen

1. Schließe deine Nase
2. Fülle deine Wangen ein ganz kleines bisschen
3. Schließe deinen Kehldeckel und bringe den weichen Gaumen in die neutrale Position
4. Führe den Zungenblock durch und führe die Luft in den hinteren Teil deines Rachens. Die Luft kann nicht in die Lunge entweichen und wird daher in die Eustachsche Röhre eindringen und somit einen Druckausgleich hervor rufen
5. Es ist möglich, nachdem der Druckausgleich funktioniert hat, weitere Luft in hinter die Trommelfelle zu drücken und somit sie ein wenig nach außen zu drücken. Du kannst es einmal ausprobieren, um zu spüren, welchen Druck man aufbauen kann. Allerdings ist ein wenig Vorsicht geboten (NICHT ÜBERTREIBEN !)

Versuche zunächst diese Technik an Land zu üben !

Schritt 8: Im Wasser testen

1. Gehe in einen Pool mit ca. 3m tiefe
2. Gehe auf 3 – 3,5m herunter ohne einen Druckausgleich durch zu führen. Deine Ohren sollten ein GANZ WENIG schmerzen
3. Nun halte deine Nase zu und mache den Druckausgleich. Er sollte DIREKT klappen.
4. Erzeuge weiteren Druck um die Trommelfelle ein wenig nach außen zu drücken.
5. Versuche dies ebenso im Meer oder im See

Schritt 9: Erweiterung für Fortgeschrittene

Um die Frenzel Technik durchzuführen, muss ein Luftraum im Rachen sein. Die Zunge muss gegen diesen Luftraum wie ein Kolben drücken. Ist kein Luftraum vorhanden, ist diese Technik wirkungslos.

Wenn ein Freitaucher abtaucht, wird seine Lunge komprimiert. Beim Abtauchen (Kopfwärts) steigt die restliche komprimierte Luft in die Lunge auf. In einer bestimmten Tiefe wird der Taucher merken, dass plötzlich nicht mehr genug Luft in der Lunge ist, um die Frenzel Technik anzuwenden. Dies passiert auch, wenn der Taucher mit den Füßen zuerst abtaucht, aber es tritt Kopfwärts viel früher auf. Dies ist dann die aktuelle Tiefenbarriere des Tauchers. Es gibt Berichte, dass dies schon in einer Tiefe von 25m passiert.

Um den Druckausgleich auch noch nach dieser „Tiefenbarriere“ zu erreichen, muss Luft in den Rachen gelangen. Dies kann einfach erfolgen indem man den Bauch einzieht und kraftvoll gegen den geschlossenen Mund ausatmet. Diese Luft wird sich dann natürlich in den Wangen sammeln. Nun muss schnell der Kehldeckel geschlossen werden, da sonst die Luft aus dem Mund sofort wieder in die Lunge

Der Tauchgang

strömen würde. Sobald der Kehldeckel geschlossen ist, haben wir wieder Luft im Rachenraum und können die Frenzel Technik anwenden.

Die oben genannte Technik wird „Zwerchfell-Frenzel“ genannt und wird auch von fast allen Freitauchern praktiziert, die sehr Tief gehen. Aber auch mit dem „Zwerchfell-Frenzel“ wird irgendwann eine Tiefe kommen, wo das Volumen in der Lunge so klein ist, das nichts mehr in den Rachenraum verlagert werden kann. Der einzige Weg weiterhin einen Druckausgleich zu machen ist, bevor man diese

Tiefe erreicht, Luft im Rachenraum und in den Wangen zu „bunkern“. Hier ist nun eine Technik die Eric Fattah (Verfasser des Originaltextes auf Englisch) die „Frenzel-Fattah“ Technik nennt:

1. Finde heraus, auf welcher Tiefe die „Zwerchfell-Frenzel“ Technik nicht mehr funktioniert. Dies sollte irgendwo zwischen 50m und 90m sein, wenn man Kopfwärts taucht. Sagen wir die Tiefe ist X - Meter.
2. Setze den Tiefenalarm deines Tauchcomputers auf [X – 15]m. Ist diese Barriere zum Beispiel bei 60m, dann setze den Alarm auf 45m.
3. Starte deinen Tauchgang.
4. Wenn du den Tiefenalarm hörst, beuge dich etwas nach vorne, ziehe deinen Bauch ein und verlagere alle verfügbare Luft aus den Lungen in den Mund. Deine Wangen sollten komplett gefüllt sein.
5. Schließe nun direkt den Kehldeckel und lasse ihn geschlossen. Vielleicht ist es für dich einfacher den Kehldeckel geschlossen zu halten, wenn du dagegen atmest.
6. Nun bringe den weichen Gaumen in die neutrale Position. Jetzt kannst du mit dem Druckausgleich nach Frenzel fortfahren.
7. Du solltest nun in der Lage sein noch 3-5 Druckausgleiche zu machen.
8. Erstaunlicherweise, wenn du diese Technik benutzt, kollabiert deine Lunge komplett und wird sich mit Flüssigkeit füllen, aber du wirst genug Luft im Mundraum haben, um weiterhin einen Druckausgleich durchzuführen. Du kannst mit dieser Luft auch den Druck in der Maske ausgleichen. Benutze einfach die Frenzel Technik, halte aber nicht die Nase zu.

Die „Frenzel-Fattah“ Technik kann auch im Schwimmbad ausprobiert werden, allerdings ist es gefährlich und darf nicht ohne einen Partner durchgeführt werden !!!

1. Suche dir ein Becken mit 3m Tiefe
2. Entspanne und bereite dich vor
3. Nach ein paar Vollatmungen atme 95% deiner Lunge leer
4. Schließe deinen Mund
5. Atme die restlichen 5% in deine Wangen. Deine Wangen sollten komplett gefüllt sein
6. Schließe nun direkt den Kehldeckel
7. Sinke auf den Boden des Beckens
8. Mache den Druckausgleich mit der Luft in deinem Mund

Die gleiche Technik kann natürlich auch im Meer oder im See angewendet werden. Du solltest in der Lage sein, die ersten 15-20m, den Druckausgleich nur mit der Luft in deinen Wangen zu machen.

Druckausgleich in der Maske

Auch in der Tauchmaske kommt es beim Abtauchen zu einem Unterdruck. Dies gilt für Apnoe- als auch Gerätetaucher. Nur im Gegenteil zum Gerätetaucher, hat der Apnoetaucher nicht so viel Luft dabei und muss daher beim Druckausgleich mit der Luft viel sparsamer umgehen. Um den Druck von der Maske zu nehmen, genügt es meist, ein wenig Luft durch die Nase auszuatmen.

Maximale Tauchtiefe (Theoretisch)

Wie tief kann ein Mensch eigentlich tauchen.

In erster Linie hängt die maximale Tauchtiefe von der Psyche und der Physis des Tauchers ab. Eine konkrete Formel für diese Frage gibt es nicht. Es gibt allerdings eine Faustformel, mit der man die theoretische, maximale Tauchtiefe bestimmen kann:

$$\text{Totalkapazität (TK) : Residualvolumen (RV) = Tauchtiefe in bar}$$

Beispiel:

Gehen wir von einem Taucher aus, mit einer Totalkapazität von 6Ltr und einem Residualvolumen von 1,5Ltr, so ergibt das den Wert 4, also 30m. Gehen wir nun von einem Residualvolumen von 0,3Ltr aus, so kämen wir auf 190m !

Welche Faktoren beeinflussen nun wirklich die maximale Tauchtiefe ?

Ich möchte diese Punkte hier nur Stichpunktartig auflisten:

- Totalkapazität
- Erreichbares Residualvolumen, je geringer desto tiefer
- Immersionseffekt, verringert das Residualvolumen
- Beweglichkeit von Brustkorb und Zwerchfell
- Zusätzliche TK durch „Jung packing“ (Gesundheitlich sehr umstritten)
- Herzschlagfrequenz und Sauerstoffverbrauch

Das Abtauchen

Die Bewegungen beim Abtauchen von der Wasseroberfläche sollten möglichst ruhig vonstatten gehen, ansonsten verbraucht man schon die Hälfte an Sauerstoff bis der Schädel unter Wasser ist. Am Anfang sollten die Flossenschläge möglichst kräftig sein, um den anfänglichen Auftrieb auszugleichen. Haben wir nun den Punkt des negativen Abtriebs erreicht, legt man einfach die Flossenblätter aufeinander und gleitet bewegungslos in die Tiefe.

Folgende Punkte sollten außerdem beachtet werden:

- Flossenschlag aus der Hüfte (weit und langsam)
- Voll ausnutzen
- Nicht zu knapp an der Leine tauchen
- Komplett durchgestreckt tauchen – lang machen
- Blick zur Leine
- Arme entspannt nach vorne geben

Ich möchte nun noch kurz auf die Vorgänge im Körper eingehen.

Vor dem Abtauchen sind die Partialdrücke der Gase im Blut alle im Normalbereich. Tauchen wir nun ab, verringert sich durch den Druck das Lungenvolumen (Gesetz von Boyle und Marioette). Infolge dessen steigen nun die Partialdrücke in den Alveolen (Lungenbläschen). Allerdings verändern sich venösen Partialdrücke nicht, bzw. kaum und das hat zur Folge, das die Gase nun stärker ins Blut diffundieren.

In 20m tiefe beträgt nun der Sauerstoffpartialdruck 250mmHg, somit tritt während der „Grundzeit“ niemals eine Hypoxie (Sauerstoffmangel) auf.

Der Tauchgang

Mit zunehmender Tiefe kehrt sich nun die Flussrichtung des CO_2 um, da durch den Umgebungsdruck erhöhten PCO_2 kann das CO_2 nicht vom Blut in die Alveole übertreten, sondern CO_2 diffundiert von der Alveole ins Blut.

Laut Gesetz Boyle und Mariotte würde der arterielle PCO_2 weiter ansteigen, wenn man immer tiefer taucht. Dem ist jedoch nicht so. Aufgrund der Verlagerung des Blutvolumens in den Thorax („Bloodshift“), durch die Druckzunahme und der hohen CO_2 Löslichkeit im Blut, kommt es zu einer Umverteilung von CO_2 in die gut durchbluteten Gewebe, da hier nun eine höhere CO_2 Speicherkapazität gegeben ist.

Das Auftauchen

Es ist zwar schade, aber irgendwann muss man auch mal wieder rauf (wirklich schade).

Auch hier gilt wieder: Kräftige Flossenschläge bis zum positiven Auftrieb, danach den Auftrieb ausnützen und an die Wasseroberfläche gleiten. Ca. 4m vor der Wasseroberfläche Schultern nach oben ziehen und kurz vor (!) der Oberfläche ausatmen, um direkt die Lungen mit frischer Luft zu füllen.

Nun wieder kurz zu den Vorgängen im Körper.

Infolge des sinkenden Drucks, dehnt sich die Lunge wieder aus und somit sinken auch die alveolaren Partialdrücke der Gase. Dadurch wird für das CO_2 die normale Flussrichtung wieder hergestellt. Der alveolare Sauerstoffpartialdruck fällt weiter ab, bis er den gemischt-venösen Wert erreicht. Nun kann es vorkommen, dass die Diffusion von der Alveole ins Blut ins Stocken gerät und evtl. eine Umkehr der Diffusionsrichtung auftreten kann. Dies würde bedeuten, dass Sauerstoff vom Blut in die Alveolen übergeht, wenn sich der Taucher eine zu lange Grundzeit gegönnt hat. Infolge dessen kann es zu einem kritischen Sauerstoffmangel (Hypoxie) kommen, was in einem Blackout enden kann.

Der Haldane-Effekt verhindert gegen Ende der Apnoe die gefährlich hohen PCO_2 -Werte. Das CO_2 Transportvermögen des Blutes ist vom Sauerstoffpartialdruck abhängig. CO_2 ist im venösen Blut löslicher als im arteriellen, da dies mit Sauerstoff gesättigt ist. Dies bedeutet, dass bei gleichem CO_2 Gehalt der PCO_2 im venösen Blut geringer ist. Der dekompressionsbedingte Abfall des arteriellen PO_2 führt zu den Werten im arteriellen Blut, die denen im venösen Blut ähnlich sind. Dies hat zur Folge, dass die CO_2 Löslichkeit ansteigt und somit der Anstieg des PCO_2 nicht erfolgt.

Tiefenrausch und Dekompressionskrankheit

Dieses Phänomen tritt auf, wenn innere Gase bei Ansteigen des Umgebungsdrucks vom Körper absorbiert und später wieder eliminiert werden. Dies ist etwa beim Gerätetauchen der Fall und in sehr seltenen Ausnahmen auch beim Freitauchen. Dekompressionskrankheit resultiert aus dem Ausperlen von Stickstoff aus vorher unter Druck gesättigten Geweben. Wenn dieses Austreten aus dem Gewebe zu rasch erfolgt, der Blutkreislauf nicht mehr in der Lage ist, diesen Stickstoff abzutransportieren, kann es zu Verletzungen und Rissen in verschiedenen Körpergeweben und Ausfällen des Zirkulationssystems sowie des Nervensystems kommen. Folgende Symptome können auftreten: Erschöpfungszustände, Gelenks- und Muskelschmerzen, Hautausschläge, Benommenheit und Schwindel, Seh- und Hörbeeinträchtigungen. Einem Dekokranken muss sofort O_2 und sehr viel Flüssigkeit zugeführt werden. Der Verunfallte muss in jedem Fall ins Krankenhaus gebracht werden und muss umgehend in einer Druckkammer rekomprimiert werden.

Obwohl beim Freitauchen nur äußerst selten Deko-Symptome auftreten, sind Fälle von DCS (Decompression Sickness) bei Harpunierern und Perlentauchern medizinisch dokumentiert. Diese halten sich häufig für lange Zeiten auf großen Tiefen auf und erreichen dadurch eine Stickstoffsättigung, die zu Dekounfällen führen kann. Ein Grund könnten zu kurze Oberflächenpausen sein.

DCS ist eine sehr ernsthafte Krankheit und muss in jedem Fall medizinisch behandelt werden !

Bloodshift

Bei Walen und Delphinen wurde das eigenartige Verhalten der Lunge in großer Tief zuerst beobachtet. Seit medizinischen Versuchen mit Jacques Mayol ist bekannt, dass auch Menschen dem "Bloodshift" unterliegen. Effekt: Um einerseits die lebenswichtigen inneren Organe besser mit Sauerstoff zu versorgen und zudem zu vermeiden, dass unter dem Druck des Wassers der Hohlraum Lunge kollabiert, strömt in großer Tiefe Blut aus Armen und Beinen in Richtung Körpermitte. Die Alveolen schwellen an, dies sorgt für einen deutlich verkleinerten Hohlraum. In sehr großen Tiefen strömen Plasma und Blut in die Lunge, um den Hohlraum zu erhalten. Dieser Effekt ist umkehrbar, d.h. die Flüssigkeit verlässt die Lunge beim Auftauchen wieder. Jedoch gelingt dies nur Apnoe-Profis nach jahrelanger Anpassung ("Training"). Geht ein ungeübter Apnoist über seine Tiefengrenze, dann droht ihm ein Lungenbarotrauma, wenn nicht die gesamte Menge an Blut seine Lunge wieder verlässt. In schweren Fällen droht die Erstickung.

Immersionseffekt

Beim Eintauchen des Körpers in das Wasser erfahren wir einen Auftrieb (Gewichtslosigkeit). Auf Land kommt es durch die Schwerkraft zu einer vermehrten Füllung der unteren Körperpartien. Im Wasser wird dies aufgehoben, es kommt zu einer Umverteilung des venösen Blutes im Körper (Brustraum). Dort wird es an das rechte Herz weitergereicht, wo durch Fühler, die auf Dehnung reagieren, der Druck im rechten Vorhof steigt. Das Blutvolumenregelungssystem wird so falsch informiert, da es sich nicht um eine Steigerung des Blutvolumens, sondern nur um eine Umverteilung handelt. Dies führt nun zu folgendem:

- Freisetzung eines atrionatriuretischen Faktors (ANF): ausgehend vom Vorhof wird über die Nieren Natrium im Harn ausgeschieden (erhöhte Ausscheidungsrate).
- Die Abgabe des antidiuretischen Hormons (ADH) wird vermindert, was über die Nieren zu einer vermehrten Ausscheidung führt.
- Mehrarbeit des Herzens durch Vergrößerung des Schlagvolumens.
- Verschiebung des Zwerchfells nach oben.
- Verkleinerung des Brustkorbs bei zunehmendem Druck. Barotrauma

Barotrauma ist eine druckbedingte Schädigung. Man unterscheidet versch. Barotraumen, die ich nun nachfolgend kurz erläutern werde.

Mittelohr-Trauma

Diese Traumen können auftreten, wenn der Druck im Mittelohr und der knöchernen Umgebung nicht mit dem Umgebungsdruck übereinstimmt. Führt man nun keinen Druckausgleich durch, kann sich das Trommelfell so sehr nach innen wölben, dass es reißt. Schwindel und Orientierungslosigkeit sind die Folge.

Bei Problemen mit dem Druckausgleich sollte man einige Meter nach oben gehen und erneut versuchen, die Blockade zu überwinden. Zeigt auch dies keinen Erfolg, so begibt man sich an die Oberfläche zurück und versucht es nach einiger Zeit wieder. Bleiben die Probleme bestehen, sollte das Tauchen abgebrochen werden.

Barotitis Media

Barotitis Media bedeutet, dass sich das Innenohr während andauernder Druckunterschiede mit Flüssigkeit füllt. Dies ist eine Strategie des Körpers, um den Druck auszugleichen. Die das Innenohr umgebenden Gewebe füllen sich mit Blut und da Flüssigkeiten nicht komprimierbar sind, lässt der Schmerz langsam nach. Man hat das Gefühl, Wasser in den Ohren zu haben und an der Wasseroberfläche kann durch die Nase Flüssigkeit und Blut ausgeschieden werden.

Alternobarischer Schwindel

Durch Temperatur- und Druckunterschiede hervorgerufene Schwindelanfälle, meistens beim Aufstieg zu beobachten. Sie legen sich relativ rasch, wenn der Druck in den Ohren wieder ausgeglichen ist.

Trommelfellperforation

Wenn trotz nicht erfolgten Druckausgleichs der Abstieg fortgesetzt wird, kann es zu einem Riss des Trommelfells kommen. Durch das eintretende kalte Wasser verliert der Taucher die Orientierung. Ein teilweiser Verlust der Hörfähigkeit ist eine weitere Folge.

Barotrauma der Nebenhöhlen

Bei blockierten Nebenhöhlen kann es zu einer Verletzung dieser Luftwege kommen. Schmerzen in den oberen Zähnen, Wangen, Augen und der Stirn können auftreten. Durch sofortiges Auftauchen lassen diese Schmerzen schnell nach. Da die so überbeanspruchten Regionen sich nun mit Flüssigkeit füllen, kann ein dumpfer Schmerz bleiben.

Reverse Blockade

Wenn beim Auftauchen Luft nicht schnell genug aus den diversen Lufträumen entweichen kann, kann es zu Schmerzen durch die Überdehnung kommen. Ein Verlangsamen des Aufstiegs schafft rasche Abhilfe.

Lungenquetschung

Wenn durch den zunehmenden Druck das Volumen der Lunge kleiner wird als das Residualvolumen, so droht eine Lungenquetschung. Wie wir bereits in einem früheren Kapitel besprochen haben, hat der menschliche Körper jedoch Strategien entwickelt, dies zu vermeiden. => Blood Shift

Verletzungen durch die Maske

Durch eine nicht ausgeglichene Maske kann es zu Verletzungen der Augen und des umgebenden Gewebes kommen. Blutunterlaufene Augen und Hämatome um die Augen treten auf. Durch stetiges Ausgleichen der Maske kann dies verhindert werden.

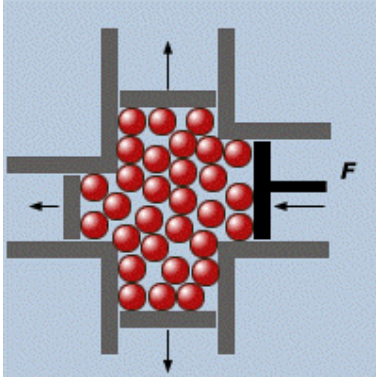
Lungenüberdehnung

Wenn vor dem Aufstieg Pressluft geatmet wurde, dehnt sich diese während des Auftauchens aus. Dies kann zu Rissen im Lungengewebe führen. Pressluft als Rettungsvariante darf ausschließlich von Freitauchern, die geübte Gerätetaucher sind, verwendet werden. Vergiss niemals, während des Auftauchens den Mund geöffnet zu halten, um die sich ausdehnende Luft entweichen zu lassen.

Physik

Druck

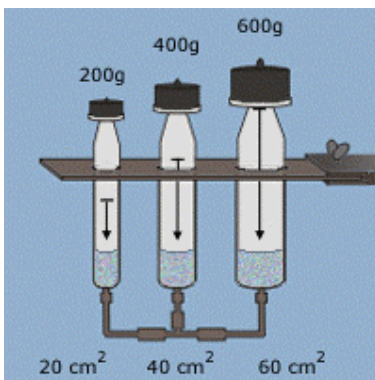
Hast du dich schon einmal gefragt, wie Druck entsteht? Schau dir dazu den Modellversuch im folgenden Bild genauer an.



© Bertelsmann Lexikon Verlag,
Gütersloh

In dem Bild sehen wir kleine Kugeln, die in einem begrenzten Volumen eingeschlossen sind. Von einer Seite üben wir durch einen Stempel eine Kraft auf die Kugeln aus. Jedes Kugelnchen will sich zwischen zwei andere schieben. Dadurch versuchen die Kugeln, sich in alle Richtungen auszubreiten. Im Inneren des Volumens entsteht ein Zustand, den man als Druck bezeichnet. Das Besondere an dem Zustand in der Abbildung ist, dass der Druck in alle Richtungen wirkt, auf jedes Flächenstück in dem Volumen. Verkleinert man die Kugeln und denkt sich stattdessen ein Gas oder eine Flüssigkeit in dem Volumen eingeschlossen, so schafft man den Übergang vom Modellversuch in die Realität.

Was passiert aber, wenn man den Stempel in dem Modellversuch in seiner Fläche vergrößert oder verkleinert? Aus Erfahrung weiß man, dass bei der Vergrößerung der Fläche auch eine größere Kraft notwendig wird, um den Stempel zu drücken. Verkleinert man die Fläche, so verkleinert sich auch die notwendige Kraft. Dazu sehen wir uns im nächsten Bild die Gewichte und die Flächen, auf welche die Gewichte gelegt werden, genauer an.



© Bertelsmann Lexikon Verlag,
Gütersloh

Man sieht drei Glasspritzen, die mit einer Flüssigkeit gefüllt und untereinander verbunden sind. Legt man zunächst überall gleich schwere Gewichte auf, so hebt sich der dickste Kolben, der dünnste sinkt ein. Betrachtet man drei Körper der Massen 200 g, 400 g und 600 g, die sich wie die Flächen der Kolben

innerhalb der Flüssigkeit verhalten, dann schafft man es, dass sich die Kolben im Gleichgewicht befinden. Keiner sinkt ein und keiner wird gehoben.

Durch dieses Experiment kann die Proportionalität zwischen Kraft und Fläche erkannt werden. Der

Quotient $\frac{F}{A}$, also Kraft F pro Fläche A , ist in der Flüssigkeit überall gleich groß und wird als Druck p bezeichnet und es gilt:

$$p = \frac{F}{A}$$

Der Druck, den ein Stempel in einer ruhenden Flüssigkeit erzeugt - auch Stempeldruck genannt - ist wegen der leichten Verschiebbarkeit der Flüssigkeitsteilchen überall gleich groß. Der Druck in der Flüssigkeit hängt nicht von der Stellung der Begrenzungsfläche ab; der Druck hat keine Richtung. Er ist ein Skalar wie Masse oder Volumen. Setzt man den Druck mit einer definierten Fläche in Verbindung, dann kann man der resultierenden Kraft auch eine Richtung zuschreiben. Die Kraft steht dann senkrecht zur gedrückten Fläche.

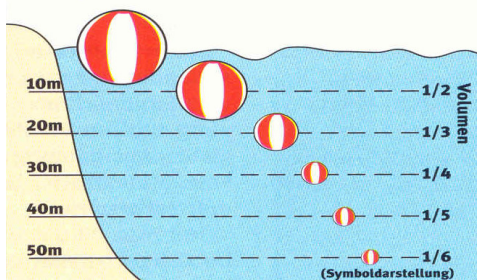
Boyle Mariotte

Bereits der irisch-britische Physiker Robert Boyle hat sich 1662 • also 14 Jahre nach Ende des Dreißigjährigen Krieges in Deutschland • zu dieser Frage Gedanken gemacht und der französische Physiker Edmé Mariotte konnte 1676 unabhängig davon Boyles Resultat in Versuchen bestätigen. Sie hatten folgende Gesetzmäßigkeit entdeckt: Wenn man das Volumen eines Gases halbiert, verdoppelt sich der Druck im Innern. Eine Drittelung des Volumens führt zu einer Verdreifachung des Gasdrucks und so weiter. Der Druck im Innern eines Gases steigt also um den gleichen Faktor, um den das Volumen verkleinert wird. Das heißt aber nichts anderes, als dass das Produkt aus dem Druck p und dem Volumen V konstant sein muss:

$$p \cdot V = \text{konstant.}$$

Dieser Sachverhalt wird zu Ehren seiner Entdecker als Boyle-Mariotte' sches Gesetz bezeichnet. Beachte, dass dieses Gesetz nur gilt, wenn die Temperatur konstant bleibt! Man sagt: Das Gesetz gilt nur für isotherme Vorgänge (die griechische Silbe "iso" bedeutet so viel wie "gleich"). Das ist keineswegs selbstverständlich, denn beim Zusammendrücken steigt die Temperatur im Gas und beim Auseinanderziehen fällt sie. Wenn der Vorgang aber so langsam vor sich geht, dass das Gas seine Temperatur immer wieder der Umgebungstemperatur angleichen kann, ist die Bedingung erfüllt. Ein Vorgang darf also nicht zu schnell ablaufen, damit er isotherm ist und das Boyle-Mariotte' sche Gesetz gilt!

Das Boyle-Mariotte' sche Gesetz gilt nicht immer und für alle Gase, auch wenn die Kompression oder Entspannung des Gases streng isotherm verläuft • es gilt nämlich nur für das sogenannte ideale Gas. Ein ideales Gas ist ein Gas, dessen Atome und Moleküle vernachlässigbar klein sind verglichen mit ihrem mittleren Abstand und keinerlei Kräfte aufeinander ausüben außer elastischen Stößen. Das ist zwar eine recht unrealistische Modellvorstellung, aber dennoch verhalten sich viele Gase, zumindest bei hoher Temperatur und niedrigem Druck, annähernd wie ein solches Idealgas. Luft bei Zimmertemperatur und Normaldruck ist ein Beispiel hierfür.



Gesetz von Henry

Die bei konstanter Temperatur in einer Flüssigkeit gelöste Menge eines Gases ist seinem Teildruck (Partialdruck) an der Flüssigkeitsoberfläche proportional. Das bedingt ein Gleichgewicht, in dem gleiche Mengen eines jeweiligen Gases in und aus einer Lösung diffundieren (aus- und eintreten). Auf Meereshöhe (1 bar) enthält der menschliche Körper z.B. einen Liter gelösten Stickstoffes. Wenn ein Mensch auf 10 Meter taucht, atmet er bei 2 bar. Es entsteht ein neues Gleichgewicht, wobei die doppelte Stickstoffmenge im Körper gelöst wird. Die Zeit, die für ein neues Gleichgewicht benötigt wird, ist abhängig von der Löslichkeit des Gases im jeweiligen Gewebe und der Gasmenge, die das jeweilige Gewebe erreicht. Die Menge des gelösten Gases hängt ebenfalls vom Faktor Zeit ab.

Als Beispiel eignet sich der Champagner aber auch Mineralwasser. Öffnet man eine Flasche, sprudelt es erfrischend freudig.

Gefährlich wird es für den Taucher dann, wenn er sich längere Zeit in größerer Tiefe aufhält und ohne Berücksichtigung von Dekostopps rasch an die Oberfläche aufsteigt. Als Folge davon geht der im Gewebe gelöste Stickstoff in großer Menge wieder in Gasform über, was dann zum Dekompressionsunfall führen kann.

Diese logische physikalische Erklärung hat sich aber in der Praxis als ungenügend erwiesen. In Wirklichkeit braucht es ein hohes Maß an Übersättigung der Körperflüssigkeiten mit Gas (Stickstoff) bis es zur "de novo" Blasenbildung kommt. Da gemäss heutigem Stand der Erkenntnisse nach fast jedem Tauchgang Blasen auftreten, ist man auf die Gaskerntheorie (Nuclei) gekommen. Wie es von diesen Mini-Gasblasen zur Bläschenkrankheit kommt, orientiert dich die Tauchphysiologie.

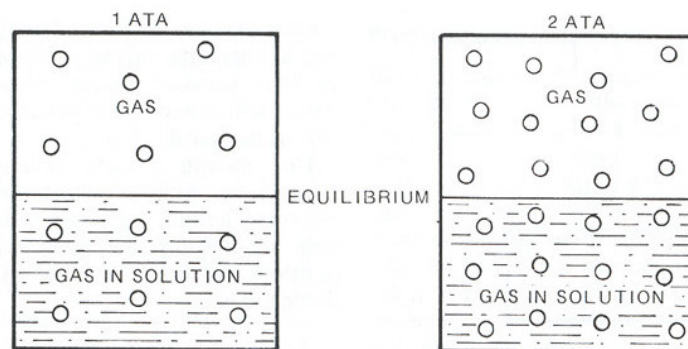


Figure 2.3 Henry's law

Gesetz von Gay Lussac

Eine abgeschlossene Gasmenge erfährt bei konstantem Volumen und wachsender Temperatur eine Druckzunahme und umgekehrt.

Diese Theorie wird zur Praxis, wenn eine Tauchflasche gefüllt wird. Durch das Abfüllen entsteht Reibung, welche die Lufttemperatur ansteigen lässt. Nach dem Füllen ist die Flasche warm. Misst man den Inhalt sofort nach dem Füllvorgang und nach dem Abkühlen der Tauchflasche stellt man einen Druckunterschied von rund 10bar fest.

Archimedes

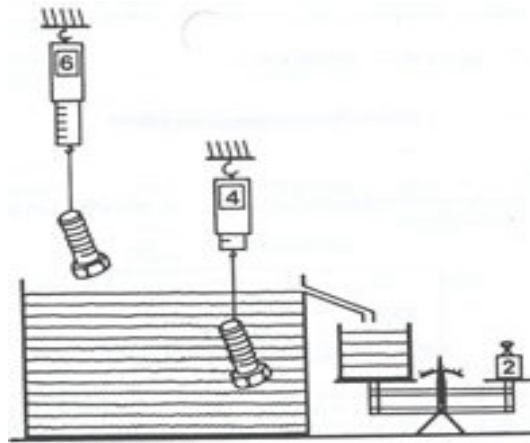
Ein Körper, der in eine Flüssigkeit getaucht wird, erfährt von dieser eine Kraft, welche Auftrieb genannt wird. Die Größe dieser Kraft entspricht dem Gewicht der verdrängten Flüssigkeit.

Somit verliert ein in das Wasser getauchter Körper genau so viel an Gewicht, wie das Gewicht der Flüssigkeit, die er zu verdrängen vermag.

Bildlich gesehen heisst das, dass eine Schraube welche 6 Kilogramm wiegt 2 Kilogramm Wasser verdrängt und somit im Wasser nur noch 4 Kilogramm wiegt.

Ein schwimmender Körper taucht so tief, dass sein Auftrieb gleich seinem Gewicht ist.

Andererseits haben wir den menschlichen Körper. Dieser verdrängt nicht ganz sein gesamtes Gewicht. Nun sollte er eigentlich untergehen. Mittels variablem Lungenvolumen kann der Auftrieb verändert werden. Deshalb schwimmt der Mensch an der Wasseroberfläche, wenn er tief einatmet und sinkt bei vollständiger Ausatmung.



Gesetz von Dalton

In einem Gasgemisch übt jedes Gas den Druck aus, den es im gleichen Raum allein hätte (Partialdruck). Der Gesamtdruck des Gemisches ist gleich der Summe dieser Partialdrücke.

Mit zunehmender Tauchtiefe steigt der Partialdruck der einzelnen Gase des Gemisches bei gleichbleibendem prozentualen Anteil. Dies ist z.B. auch für die zunehmende Toxizität (Giftigkeit) z.B. des Sauerstoffes, des Stickstoffes oder auch bei verunreinigter Luft (CO-Beimischungen) bei zunehmender Tiefe verantwortlich.

Optische Täuschung

Wir alle wissen, weshalb die Taucher vielfach riesengroße Fische sehen und warum sie so nah an uns vorbeischwammen. Die Brechung des Lichtes macht's wahr!

Durch die zwei verschiedenartigen Medien Luft und Wasser ergibt im Wasser an der Tauchmaskenscheibe eine Trennlinie. Diese Lichtbrechung bringt es mit sich, dass auf der Netzhaut ein Bild entsteht, dass ein Viertel näher und ein Drittel größer erscheint. Die Brechung des Lichtes findet vor allem am Glas der Tauchmaske statt, was dazu führt, dass die Objekte $\frac{1}{4}$ näher und $\frac{1}{3}$ größer erscheinen.

Licht unter Wasser

Unter Wasser verändern sich die Licht- und Farbverhältnisse gewaltig. Im Süßwasser kommt diese Erscheinung weniger zur Geltung. Tauchen wir jedoch im Meer, zeigen sich in den Tiefen gewaltige Farbveränderungen, welche nur mit Hilfe einer Lampe ins richtige Licht gerückt werden können. Bereits ab 5 Meter ist die Farbe Rot nur noch als braune Farbe zu erkennen. Für Orange gilt das Gleiche ab 15 Meter.

Sauberes Wasser ist vor allem transparent für Licht mit einer Wellenlänge von 480 nm (Nanometer), was der blauen Farbe entspricht. Das erklärt die blaugrüne Farbe in der Tiefe. Bei trübem Wasser ändert sich das Optimum der Lichtdurchlässigkeit. Z.B. zu einer Wellenlänge von 550 nm (ocker bis grün). Interessant ist, dass aus bei klarstem Meerwasser lediglich 20% des Lichts eine Tiefe von 10 Metern erreicht und nur 1% des Lichts 85 Meter.

Kein Wunder sind die Nixen oft geblendet, wenn die Taucher sie intensiv beleuchten, um sie genauer zu betrachten!

Schallgeschwindigkeit unter Wasser

Das Wasser weist aufgrund seiner Dichte eine extrem hohe Schallleitfähigkeit aus. Dadurch sind Motorengeräusche unter Wasser viel früher hörbar als über Wasser (1' 550 m/sec im Meerwasser und 1' 410 m/sec im Süßwasser bei 15° Celsius, im Vergleich Luft 332 m/sec). Schallwellen werden jeweils an der Luft/Wassergrenze reflektiert und können kaum ins andere Medium übertreten.

Nachteilig wirkt sich aus, dass durch die mehr als vierfache Leitfähigkeit des Mediums Wasser die Orientierungsfähigkeit unseres Hörzentrums eingeschränkt wird. Das hat zur Folge, dass wir die Richtung aus welchem das Geräusch stammt nicht mehr lokalisieren können, da durch die höhere Schallgeschwindigkeit der Schall nahezu gleichzeitig bei beiden Ohren eintrifft und so die Diskriminationsfähigkeit (Unterscheidungsfähigkeit) unserer Ohren überschritten wird. Orientierung durch zwei Aspekte

a) Schräg eintreffende Schallwellen erreichen das eine Ohr etwas später als das andere Ohr. Die gerade noch erkennbare Abwendung von 3-4° (=Richtungsschwelle) hat am abgewendeten Ohr eine Schallverspätung von ca. 10^{-5} m/s zur Folge.

b) Der Schall wird am anderen Ohr leiser gehört. Der geringere Schalldruck bewirkt eine geringe Auslösung von Aktionspotentialen. D.h. eine geringe Reizung von Nerven im Ohr, wodurch die vom abgewendeten Ohr stammende Erregung zentral verspätet eintrifft.

Die Effekte a) und b) addieren sich.

Training

Einleitung

In diesem Kapitel möchte ich ein paar Anregungen und Tipps zum Training geben. Hier sei nochmals darauf hingewiesen, dass das Freitauchen ein potentiell gefährlicher Sport ist und am besten in einem Tauchclub oder zumindest mit einem Trainingspartner praktiziert werden sollte.

Tauche niemals alleine !!!

Trainingstabellen

Im folgenden Abschnitt werde ich nun erklären wie man Trainingstabellen für Static und Dynamic ausarbeitet. Diese Trainingstabellen wurden entwickelt von Umberto Pelizzari an der APNEA ACADEMY. Sie wurden eine lange Zeit getestet und sind eine sehr gute Methode um seine Apnoezeit zu verlängern.

Trainingstabellen - Static

Es gibt zwei Arten von Tabellen. Tabelle A fördert die Gewöhnung an einen hohen Level an CO₂ und Tabelle B fördert die Gewöhnung des Gehirns an einen niedrigen Sauerstoffgehalt.

Um diese Tabellen nun für sich individuell zu gestalten, muss man erst seine maximale Apnoezeit ermitteln. Dies kann im trockenen gemacht werden und dann (NUR DANN) ist auch kein Partner zwingend von Nöten. Lege dich einfach flach auf eine möglichst nicht zu weiche Unterlage, in einen warmen, gut belüfteten Raum und beginne eine Reihe von 2-3 warm-ups. Nun brauchst du noch eine Stoppuhr mit der du auch Zwischenzeiten nehmen kannst, da du auch die Zeit benötigst in der die erste Kontraktion des Zwerchfells auftritt.

Für jemanden, der es also schafft 3:45min die Luft an zu halten, könnte dies so aussehen:

| | |
|--------------------|---------------|
| 2 min Vorbereitung | 1:30 anhalten |
| 2 min Vorbereitung | 2:00 anhalten |
| 2 min Vorbereitung | 2:30 anhalten |

5 min Erholungspause

| | |
|--------------------|---------------|
| 5 min Vorbereitung | 4:00 anhalten |
|--------------------|---------------|

(Vorbereitung siehe Seite 45)

Tabelle A

Die Zeiten in der Spalte DIVE basieren auf der Zwischenzeit die du im vorigen Abschnitt ermittelt hast (die Zeit in der die erste Kontraktion des Zwerchfells stattfand). Tabelle A repräsentiert eine Serie in der die Apnoezeit konstant bleibt und die Erholungszeit mit jedem Durchgang herab gesetzt wird.

>> Fortsetzung nächste Seite >>

Training

| No. | Rest | Dive |
|-----|------|------|
| 1 | 3:00 | 2:00 |
| 2 | 2:45 | 2:00 |
| 3 | 2:30 | 2:00 |
| 4 | 2:15 | 2:00 |
| 5 | 2:00 | 2:00 |
| 6 | 1:45 | 2:00 |
| 7 | 1:30 | 2:00 |
| 8 | 1:15 | 2:00 |

Um die Tabelle für den „Wassergebrauch“ praktischer zu gestalten ist es nun notwendig sie an eine Stoppuhr zu übertragen, die ununterbrochen während der Praxis läuft, d.h. man startet sie am Anfang der ersten Ventilation und stoppt sie nach der letzten Haltephase.

| No | Rest | Finish at | Dive | Finish at |
|----|------|-----------|------|-----------|
| 1 | 3:00 | 3:00 | 2:00 | 5:00 |
| 2 | 2:45 | 7:45 | 2:00 | 9:45 |
| 3 | 2:30 | 12:15 | 2:00 | 14:15 |
| 4 | 2:15 | 16:30 | 2:00 | 18:30 |
| 5 | 2:00 | 20:30 | 2:00 | 22:30 |
| 6 | 1:45 | 24:15 | 2:00 | 26:15 |
| 7 | 1:30 | 27:45 | 2:00 | 29:45 |
| 8 | 1:15 | 31:00 | 2:00 | 33:00 |

Tabelle B

Tabelle B ist eine Serie von Haltephasen, bei der die Apnoezeit erhöht wird und die Pausenzeit konstant bleibt. Die erste Apnoezeit sollte 50% der maximalen Apnoe betragen und die letzte Apnoe zwischen 90 und 95% der maximalen Apnoe.

| No | Rest | Finish at | Dive | Finish at |
|----|------|-----------|------|-----------|
| 1 | 1:50 | 1:50 | 2:00 | 3:50 |
| 2 | 1:50 | 5:40 | 2:15 | 7:55 |
| 3 | 1:50 | 9:45 | 2:30 | 12:15 |
| 4 | 1:50 | 14:05 | 2:45 | 16:50 |
| 5 | 1:50 | 18:40 | 3:00 | 21:40 |
| 6 | 1:50 | 23:30 | 3:15 | 26:45 |
| 7 | 1:50 | 28:35 | 3:30 | 32:05 |
| 8 | 1:50 | 33:55 | | |

Wichtig !

Es sollte immer nur eine Tabellenart am Tag benutzt werden, also entweder A oder B !

Trainingstabellen - Dynamic

Bei Dynamic unterscheidet man 5 Tabellentypen. Auch bei diesen Tabellen muss man zunächst seine maximale Tauchstrecke ermitteln. Gehen wir nun mal davon aus, dass die maximale Tauchstrecke 75m beträgt. Die Trainingsstrecke sollte nun Idealerweise 75% davon betragen. Dies wären dann genau 56,25m. Da dieses aber nun sehr schwierig ist abzumessen, hat man sich auch 60 – 80% geeinigt, dass heißt in unserem Fall 50m (ausgehend davon, dass wir auf 25m bzw. 50m Bahnen trainieren). Der Trainingspartner sollte sich bereit machen, seinen Taucher auf den letzten 25% der Strecke zu begleiten, da hier das Blackout Risiko am höchsten ist.

Tabelle A

Diese Tabelle ist für Dynamic mit oder ohne Flossen geeignet. Der Tabelle A legt man 50 – 60% der maximalen Tauchstrecke zu Grunde. Die Strecken sind in dieser Tabelle immer die gleichen, die Erholungspausen werden wie in der Static Tabelle A gekürzt.

Wenn also deine maximale Strecke 50m beträgt und du ein 25m Becken zur Verfügung hast, solltest du deine Strecke auf eine Bahn, also 25m festlegen.

| No. | Rest | Dive |
|-----|------|------|
| 1 | 2:00 | 25m |
| 2 | 1:50 | 25m |
| 3 | 1:40 | 25m |
| 4 | 1:30 | 25m |
| 5 | 1:20 | 25m |
| 6 | 1:10 | 25m |
| 7 | 1:00 | 25m |
| 8 | 0:50 | 25m |

Variation 1: Um die Anzahl der Tauchgänge zu erhöhen, nimm die kleinste Erholungszeit (0:50) und setze die Pausenzeit nach dem 6. Durchgang (1:10) für die beiden letzten TG's auf diese Zeit (0:50). Wenn auch das dir nach einer Weile sehr einfach erscheint, setze die letzten 3 Pausenzeiten auf die kleinste Erholungszeit (0:50), usw.

Wenn du nun bei allen Pausenzeiten bei 0:50 angelangt bist, wechsle zu Variation 2.

Variation 2: Wenn du nun die erste Variation gemeistert hast, beginne die Pausenzeiten in 10 Sekunden Schritten zu senken. Also die erste Pausenzeit liegt dann bei 1:50 und die letzte bei 0:40. Beginne dann wieder mit Variation 1.

Tabelle B

Nehme zwei tiefe Atemzüge, während du an der Oberfläche schwimmst (mit Flossen) und tauche 4 – 6 Flossenschläge. Tauche wieder auf, nimm 2 tiefe Atemzüge und tauche erneut. Mache dies ca. 40 Minuten, ohne die Anzahl der Atemzüge oder die Anzahl der Flossenschläge zu ändern.

Tabelle C

Schwimme 5 Bahnen a 25m (mit oder ohne Flossen) in maximaler Geschwindigkeit, mit 1,5 Minuten Pause zwischen jeder Bahn.

Tabelle D

Schwimme eine Serie von 8 x 50m und starte alle 1:15 (zum Beispiel). Die Pausenzeit kann in Schritten verringert werden, wenn die Übung zu einfach wird.

Tabelle E

Schwimme, z.B. 400m Freistil mit folgender Übungsreihe:

- 50m Schwimmen – alle 4 Atemzüge atmen
- 50m Schwimmen – alle 6 Atemzüge atmen
- 50m Schwimmen – alle 8 Atemzüge atmen
- 50m Schwimmen – alle 10 Atemzüge atmen
- 50m Schwimmen – alle 10 Atemzüge atmen
- 50m Schwimmen – alle 8 Atemzüge atmen
- 50m Schwimmen – alle 6 Atemzüge atmen
- 50m Schwimmen – alle 4 Atemzüge atmen

„Trockene“Dynamic Übung

Setze dich im Schneidersitz auf den Boden und atme für 1 Minute, halte deinen Atem für 30 Sekunden an. Stehe dann auf und gehe so lange, bis du deinen Atem nicht mehr anhalten kannst. Markiere die Stelle an der du nun stehst. Gehe zurück zum start und wiederhole das ganze. Beim zweiten mal sollte die Strecke länger sein, als beim ersten mal. Gönn dir ruhig genug Erholungszeit zwischen den einzelnen Versuchen. Diese Übung ist NICHT als Pausenfüller gedacht !

Der dritte und vierte Durchgang sehen genau so aus nur in etwas gesteigerter Form:

2 Minuten ruhig Atmen, Luft anhalten für 1 Minute und dann so lange gehen, bis man die Luft nicht länger anhalten kann. Der vierte Durchgang sollte die längste Apnoezeit und die längste Strecke haben.

Dies ist eine super Übung für Constant Weight. Es wird dir eine Menge über Intensität und Rhythmus beibringen. Ein wenig schneller zu laufen muss nicht zwingend heißen, dass die Zeit die du läufst kürzer wird. Der wichtigste Gesichtspunkt dieser Übung ist natürlich die gelaufene Strecke.

Ein anderer Gesichtspunkt ist, dass es dir den Grad deines Atemreflexes zeigt, welches im direkten Verhältnis zum Fitnessstand, Apnoe-Training und Alter steht. Es könnte ungefähr so aussehen:

1. Am Ende der ersten Entspannungsphase – 88 bpm
2. Nach 1 Minute static – 72 bpm
3. Am Ende der gegangenen Strecke – 42 bpm
4. 30 Sekunden nach dem ersten Atemzug nach der Laufphase – 95 bpm

Wenn dein Puls nun höher oder niedriger ist, ist das kein Grund zur Panik. Er hängt wie schon gesagt von verschiedenen Faktoren ab und ist nicht bei jedem gleich.

Sicherheitshinweis

Dies ist für den Körper eine ziemlich große Belastung und bei den letzten 10% der gelaufenen Strecke ist das Blackout-Risiko sehr hoch ! Aus diesem Grunde rate ich dazu, diese Übung auf einem weichen Untergrund durchzuführen, wie z.B. Sand oder Grass. Wenn du keine Möglichkeit dazu hast und leider

Training

mit einem harten Untergrund vorlieb nehmen musst ist es unerlässlich, dass ein Partner neben dir mitläuft, der dich im Notfall auffangen kann. Solltest du anfangen eine Art Tunnelblick zu bekommen oder du von deinem Weg abkommst, stoppe sofort. Dann solltest du in gebückter Haltung mit den Händen an den Knien ein wenig verharren und ruhig durchatmen.

Sicherheit und Rettung

Einleitung

Ich glaube ich muss nicht extra erwähnen, dass das Freitauchen eine extreme Sportart ist. Um es so sicher wie möglich zu machen, ist ein nicht unwesentliches Kapitel die Sicherung und Rettung eines Tauchers. Als erstes möchte ich auf die Sicherung eines Tauchers durch den Partner eingehen. Auch hier unterscheidet man wieder die verschiedenen Disziplinen.

Static

Wichtig ist, wie auch bei allen anderen Disziplinen: Der Partner ist im Wasser ! Um schnell eingreifen zu können ist es erforderlich, dass der Partner bereits im Wasser ist, ansonsten würde wertvolle Zeit verstreichen.

Wenn der Taucher es will, legt man die Hand locker auf seinen Rücken. Die Abfragezeichen werden durch Tippen auf die Schulter oder durch sanften Druck am Oberarm gegeben. Die Antwort des Tauchers sollte durch das OK-Zeichen oder durch Zeigefingerheben erfolgen. Die Antwort sollte so sparsam wie möglich, aber so deutlich wie nötig erfolgen. Sollte nach dem ersten Zeichen keine Antwort erfolgen gibt der Partner ein zweites Zeichen. Sollte nun immer noch keine Antwort erfolgen wird der Versuch sofort durch den Partner abgebrochen. Das erste Zeichen erfolgt 1 Minute vor Ablauf der angegebenen Zeit, das zweite 30 Sekunden vor Ablauf und das dritte nach Ablauf der angegebenen Zeit. Nun werden alle 15 Sekunden Zeichen gegeben, um das Risiko so gering wie möglich zu halten.

Dies sind die offiziellen Wettkampfregeln. Natürlich kann davon abgewichen werden, wenn man sich vorher auf einen anderen Ablauf einigt.

Dynamic

Vor Beginn des Tauchgangs, teilt man dem Partner mit, welche Strecke man anstrebt. Um den TG zu beaufsichtigen, reicht es nicht aus, am Beckenrand parallel mit zu laufen. Der Sicherungspartner sollte sich immer auf gleicher Höhe mit dem Taucher befinden und zwar im Wasser ! Dies ermöglicht ein schnelles Eingreifen, wenn etwas passieren sollte.

Besonderes Augenmerk sollte man auf die letzten 25% der angegebenen Strecke legen, da hier die Gefahr eines Black Out ansteigt.

Constant Weight

Mit der Sicherung wird stets nur ein Buddy beauftragt. Dieser Buddy wird mit seiner Aufgabe bereits vor der Entspannungsphase eindeutig benannt und durch den Taucher mit den speziellen Zeichen zur Verständigung und den Einzelheiten des Tauchganges betraut. Mit der Entspannungsphase beginnt der Maximaltauchgang. Diesen Zeitpunkt signalisiert der Taucher seinen Buddy und erhält dafür von ihm ein eindeutiges OK-Zeichen. Ab diesem Zeitpunkt ist der Buddy für die Sicherung seines Tauchers verantwortlich. Der Taucher braucht sich jetzt nicht mehr um seine Sicherung kümmern. Der Buddy ist ab diesem Zeitpunkt ständig in Bereitschaft und beobachtet den Taucher permanent (es gibt auch die Gefahr, dass sich der Taucher während der Vorbereitung unbeabsichtigt ins Blackout atmet!) Alle anderen Taucher haben während des Maximalversuches den Platz um die Boje freizuhalten (das soll verhindern, dass sie versehentlich den Weg versperren). Natürlich ist es günstig, wenn mehrere Leute die Sache im Auge haben und bereit sind, den Buddy nach dessen Aufforderung behilflich zu sein. Allerdings kann nur die strikte Festlegung auf einen Buddy Abstimmungsschwierigkeiten untereinander verhindern.

Sicherheit und Rettung

Die Wende signalisiert der Taucher dann durch zweimaliges Ziehen am Seil (zweimal deshalb, weil nur so der Buddy die Wende von einem evtl. Zwischenstop des Tauchers auf dem Weg nach unten unterscheiden kann.

Die "kritische" Phase sind die letzten 10m zur Oberfläche. Durch die extreme Druckabnahme halbiert sich der Sauerstoffpartialdruck auf diesen 10m um 50%. Wir haben uns deshalb darauf verständigt, dass der Buddy den Taucher dafür leicht seitlich, aber "Gesicht zu Gesicht" begleitet. So nah wie möglich, jedoch ohne die Flossenschläge des Tauchers zu behindern. Der Taucher muss dem Buddy ein klar erkennbares "OK-Zeichen" geben. Der Taucher braucht dafür die Hand nicht mehr anheben. Die Hände können dafür also an der, für den Taucher am angenehmsten empfundenen Stelle bleiben (z.B. seitlich an den Hüftknochen) - Aber das "OK-Zeichen" ist durch regelmäßiges Öffnen und Schließen der Finger eindeutig zu signalisieren. Ein starres "OK-Zeichen" kann auch in Bewusstlosigkeit fixiert werden. Als sinnvoll hat sich das beidhändige "OK" erwiesen. Das Gegenteil von "OK" ist ein seitliches Drehen der offenen Handfläche oder einfach kein "OK-Zeichen". Kann der Buddy das "OK" nicht zweifelsfrei identifizieren, ist er verpflichtet, den Taucher ohne weitere Abstimmung sofort zu bergen und an der Oberfläche zu sichern! (Deshalb: Die Zeichengebung vorher genau absprechen!)

Ein ziemlich untrügliches Zeichen für ein Blackout ist das vollständige Abblasen der Atemluft. Wenn der Taucher dabei unter Wasser ist, gibt es eine unverwechselbar große Menge an Blasen. Sowohl der Taucher, als auch sein Buddy sollte sich diesen Umstand vergegenwärtigen. Kommen (unangekündigt) große Luftblasenmengen aus der Tiefe, gilt es deshalb sofort Bergungsmaßnahmen einzuleiten. Das heißt, dem Taucher ist soweit wie möglich entgegentauchen (Eigensicherung beachten!).

Die wohl häufigste Blackout-Situation ist allerdings nicht in der Tiefe, sondern an der Oberfläche. Selbst nach dem "OK-Zeichen" und einigen gesprochenen Worten fällt der Taucher plötzlich mit dem Gesicht nach vorn ins Wasser. Oft bläst er dann seine gesamte Atemluft ab. Wehe, wenn dann die rettende Hand des Buddys das Gesicht des Tauchers nicht sofort wieder aus dem Wasser zieht und den Taucher auf dem Rücken sichert. Aus diesem Grunde hat der Buddy den Taucher mindestens 1min nach dem Auftauchen in unmittelbarer Nähe zu beobachten. Der Taucher wird sein SekundenBlackout meist heftig bestreiten. Er hat daran keine Erinnerungen! (Solche SekundenBlackouts wurden auch schon in der Halle nach "Statics" oder "Dynamics" beobachtet. Die Sicherungsmaßnahmen würde ich analog 6a empfehlen. Ist der Beckenrand mit der Wasseroberfläche auf einer Ebene, empfiehlt es sich den Taucher dabei "an Land" zu legen. Andernfalls würde ich den Taucher zuerst im Wasser sichern und erst bei der Notwendigkeit von weiterführenden Wiederbelebungsmaßnahmen mit Hilfe Dritter an Land bringen.

Der Taucher sollte sich nach jedem Maximalversuch genügend Zeit zu Atmen lassen. Jedes Sprechen beansprucht die Atemmuskulatur, verzögert somit die Regeneration und erhöht damit die Gefahr eines Blackouts. Anhand von Pulsmessungen kann man eindeutig nachweisen, dass der Körper mindestens 10 Atemzüge braucht, um auch nur annähernd "normal" zu funktionieren. Erst frühestens nach ca. 15 Sekunden fängt der Kreislauf an, den endlich zur Verfügung stehenden Sauerstoff durch eine erhöhte Herzfrequenz im Körper zu verteilen. Das früher geforderte laute Aussprechen seines Namens, ist demzufolge kein Beweis für die Unversehrtheit des Tauchers, sondern bringt den Taucher erst in Gefahr!

Rettung eines Bewusstlosen Tauchers

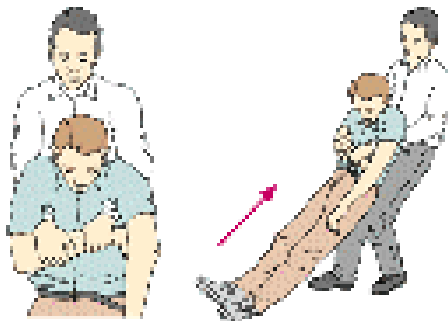
Manchmal kommt es nun, trotz aller Vorsichtsmaßnahmen zu einer Bewusstlosigkeit. Dann ist es an der Zeit, schnell zu Handeln, da eine Bewusstlosigkeit im Wasser extrem gefährlich ist !

Es gilt erst einmal zu klären, was eine Bewusstlosigkeit ist. Bei einer Bewusstlosigkeit versagen die natürlichen Reflexe und es erschlafft die gesamte Muskulatur. Das ergibt folgende Probleme:

1. Keinen Hustenreflex, wenn Wasser in den Rachen und in die Luftröhre gelangt.
2. Wenn man bewusstlos ist, ist es unmöglich weiter willentlich seinen Atem anzuhalten. Sollte also die Bewusstlosigkeit unter Wasser eintreten, fängt man automatisch an, Wasser anzuatmen.
3. Der Mageneingang wird durch den Mageneingangsmuskel verschlossen. Wenn dieser Muskel erschlafft, besteht die Gefahr, dass der Mageninhalt durch die Speiseröhre in den Rachen gelangt. Durch das unwillentliche Einatmen, wird dann das Erbrochene angeatmet und gelangt somit in die Luftröhre.
4. Da die Zunge ebenfalls ein Muskel ist, erschlafft auch diese und fällt zurück in den Rachenraum und verlegt somit die Atemwege.

Die erste Maßnahme ist natürlich den Taucher so schnell wie möglich an die Wasseroberfläche zu bringen.

1. Sobald der verunglückte Taucher an der Oberfläche ist, wird ihm die Tauchmaske abgenommen, um auch ein Atmen durch die Nase zu ermöglichen.
2. Nun muss der Kopf überstreckt werden, um die erschlaffte Zungenmuskulatur anzuheben und somit das Atmen zu ermöglichen.
3. Sollte keine Atmung einsetzen, ist es möglich bereits im Wasser mit der Beatmung zu beginnen ! Da wir meistens eine Boje bei uns haben, ist es möglich sich mit einem Arm in dieser Boje fest zu halten und den verunglückten Taucher mit der Schulterpartie auf diesen Arm zu legen und zu beatmen.
4. Ist kein Boot in der Nähe, müssen wir mit den Taucher an Land schwimmen. Zu diesem Zweck packen wir den verunglückten Taucher unter die Achseln, halten ihn ein wenig seitlich vom Körper und bringen ihn zum Ufer. Wichtig ist, dass sich der Kopf immer über Wasser befindet, um ein Atmen zu ermöglichen.
5. Haben wir den verunglückten Taucher nun am Ufer, bringen wir ihm mit dem Rautek-Rettungsgriff an Land.



<http://www.gesundheit.de/roche/ro32500/r32704.html>

6. Liegt der Taucher nun an Land, können wir mit den normalen Erste-Hilfe Maßnahmen beginnen, d.h. Kontrolle der Vitalfunktionen, Stabile Seitenlage, etc. Ich möchte hier nun nicht näher auf diese Basismaßnahmen eingehen, da jenes doch den Rahmen dieses Manuals sprengen würde, und sowieso jeder Taucher regelmäßig Erste-Hilfe Kurse besuchen sollte. Diese Kurse werden von verschiedenen Organisationen angeboten, wie z.B. DLRG, Johanniter, DRK, Malteser.

Beinahe Ertrinken

Unter diesem Begriff versteht man das Überleben eines Ertrinkungsunfalls für länger als 24 Stunden, durch Eigen- oder Fremddrettung. Bei Beinahe Ertrunkenen Personen sind folgende Symptome anzutreffen:

- Bewusstlosigkeit
- Kalte, blasse Haut
- Erschwerte Atmung
- Tachykardie (erhöhter Puls)

Primäres Versinken

Ist dadurch definiert, dass das Ertrinken nicht durch die Aspiration von Flüssigkeiten ausgelöst, sondern z.B. durch Epilepsie oder Herzrhythmusstörungen verursacht worden ist und eine rasch eintretende Bewusstlosigkeit zur Folge hat. Auch ein Sturz in ein Gewässer auf Grund von Bewusstseinsverlust unterliegt dieser Definition.

Primäres Ertrinken

Man spricht von Primären Ertrinken, wenn das Ertrinken durch ein Eindringen von Flüssigkeit verursacht worden ist und somit unmittelbar 6 Phasen des Ertrinkens auslöst.

Phase 1

Panisches unkontrolliertes umherschlagen, um sich über Wasser zu halten. Der Kopf gerät dabei unter Wasser und ein Schlucken von Wasser kann nicht ausgeschlossen werden. Es folgt Bewusstseinsverlust auf Grund von Sauerstoffmangel im Gehirn.

Phase 2

Flüssigkeit kommt auf die Stimmritze und verursacht einen reflektorischen Glottisverschluss (Laryngospasmus), der bis zu 30 Sekunden andauern kann und zum Teil auch bis zum klinischen bzw. biologischen Tod andauern kann (trockenes Ertrinken).

Phase 3

Nach der Lösung des Glottisverschlusses kann Wasser ungehindert in die Lunge gelangen (feuchtes Ertrinken).

Phase 4

Hierbei kommt es zu Krampfanfällen, die auf Sauerstoffmangel zurückzuführen sind.

Phase 5

In dieser Phase kommt es zu Atem- und Kreislaufstillstand.

Phase 6

Schnappatmung

Salzwasser – Süßwasser Ertrinken

Auf Grund der Aspiration großer Mengen ($> 1l$) von Flüssigkeit (Süßwasser, Salzwasser) während des Ertrinkens kommt es im Körper zu unterschiedlichen Schäden, die sich vor allem auf die klinische Therapie des Verunfallten auswirken. Der Unterschied zwischen der Einatmung von Salz- bzw. Süßwasser ist auf die unterschiedlichen Osmotischen Drücke zurückzuführen.

Die unterschiedliche Pathophysiologie des Süß- bzw. Salzwasserertrinkens beruht auf den unterschiedlichen osmotischen Drücken von Süß- und Salzwasser. Während Süßwasser hypoton wirkt und somit aus den Alveolen in den Blutkreislauf diffundiert, in weiterer Folge das Blut verdünnt und die Elektrolyt- und Eiweißkonzentration ändert und somit eine Hypervolämie auslöst (kein Absaugen von Flüssigkeit möglich), kommt es bei der Einatmung von Salzwasser zum gegenteiligen Effekt, da auf Grund des Hypertonen Wassers, Plasma vom Blutkreislauf in die Alveolen diffundiert, somit eine Eindickung des Blutes verursacht und eine Hypovolämie hervorruft und eine Verstärkung des bereits bestehenden Lungenödems zur Folge hat.

Im Rettungsdienst stellt dieser Unterschied im Bezug auf die Versorgung des Patienten eine untergeordnete Rolle dar - vielmehr sollte dem akuten Sauerstoffmangel Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Sekundäres Ertrinken

Diese Art des Ertrinkens stellt eine nicht zu unterschätzende Gefahr für eine "Beinahe - Ertrunkenen" dar und kann innerhalb weniger Minuten bis zu mehreren Stunden nach dem Unfall zu einem schweren Lungenödem führen und Bedarf daher sofortiger ärztlicher Therapie. Sekundäres Ertrinken wird durch folgende Symptome begleitet:

- Verschlechterung des primär wenig beeinträchtigten Allgemeinzustandes
- Atemabhängige Schmerzen im Thoraxbereich
- Atemnot
- Zyanose (Blaufärbung von Lippen, Nagelbetten)
- Unruhe
- Bewusstseinsstörung bis Bewusstseinsverlust

Maßnahmen bei Ertrinkungsunfällen

Die Erste Hilfe bei Ertrinkungsunfällen beschränkt sich auf einen sofortigen Notruf und die Sicherung der Vitalfunktionen nach erfolgtem Notfallcheck. Der Notruf sollte äußerst konkrete Angaben zum Unfallort beinhalten um ein rasches Anrücken der Rettungsmannschaften zu gewährleisten.

Die Sanitätshilfe zur Versorgung einer ertrunkenen Person vor allem mit der Freihaltung der Atemwege durch dementsprechende Lagerung und gegebenenfalls mit Absaugung des Rachen Raums und einer großzügigen Sauerstoffgabe - idealer Weise mit 15l/min und O₂- Maske mit Reservoir bei Patienten mit ausreichender Eigenatmung. Des weiteren besteht Reanimationsbereitschaft und Absaugbereitschaft.

Im Falle von Bewusstlosigkeit findet die stabile Seitenlage Anwendung. Wenn keine Atmung bzw. kein Kreislauf feststellbar ist, muss beatmet bzw. wiederbelebt werden. Wenn der Verunfallte zu Bewusstsein kommen sollte, ist eine Lage mit stark erhöhtem Oberkörper indiziert und der Patient vor dem auskühlen zu schützen.

Der Schutz vor Auskühlung erscheint ebenso wichtig wie ein komplettes Monitoring, das ständig über die aktuellen Vitalwerte informiert.

Quellen

Zeitschrift „Unterwasser“ (www.Unterwasser.de)
HP von Benjamin Franz (www.Benjamin-Franz.de)
HP von Stefan Gerlach (www.Apnoetaucher.de)
HP von Thomas Knechtel (www.Freediving.de)
HP von Michael Nedwed (www.nedwed.biz)
HP von Thomas Wensing (www.apnoe-tauchen.de)
HP von Eric Fattah (www.EricFattah.com/equalizing.html)
HP von Aharon & MT Solomons (www.freediver.net)
Bild Seite 6 von Frederic Buyle (www.futurapnea.com)
Bilder von CressiSub (www.Cressi.de)
Christian Redl (Apnea-Academy-Instructor – www.ChristianRedl.com)
Wolle Neugebauer
www.deeperblue.net
www.wissen.de
www.tauchdokter.de
www.sporttaucher-aarau.de
www.freediver.co.uk
www.sanitaeter.at
„Der neue EHM – Tauchen noch sicherer“ 8. Auflage (ISBN 3 -275-01216-9)
„Yoga für Anfänger“ von Harry Waesse, GU Verlag
„Autogenes Training für jeden“ von Prof.Dr.med. Dietrich Langen (ISBN 3 -7742-3469-8)
„Licht auf Pranayama“ von B.K.S. Iyengar (ISBN 3 -502-61061-4)

Anmerkung:

Die Informationen aus den Büchern habe ich nur Abschnittsweise übernommen, ich empfehle daher, sich diese Bücher im Handel zu erwerben.