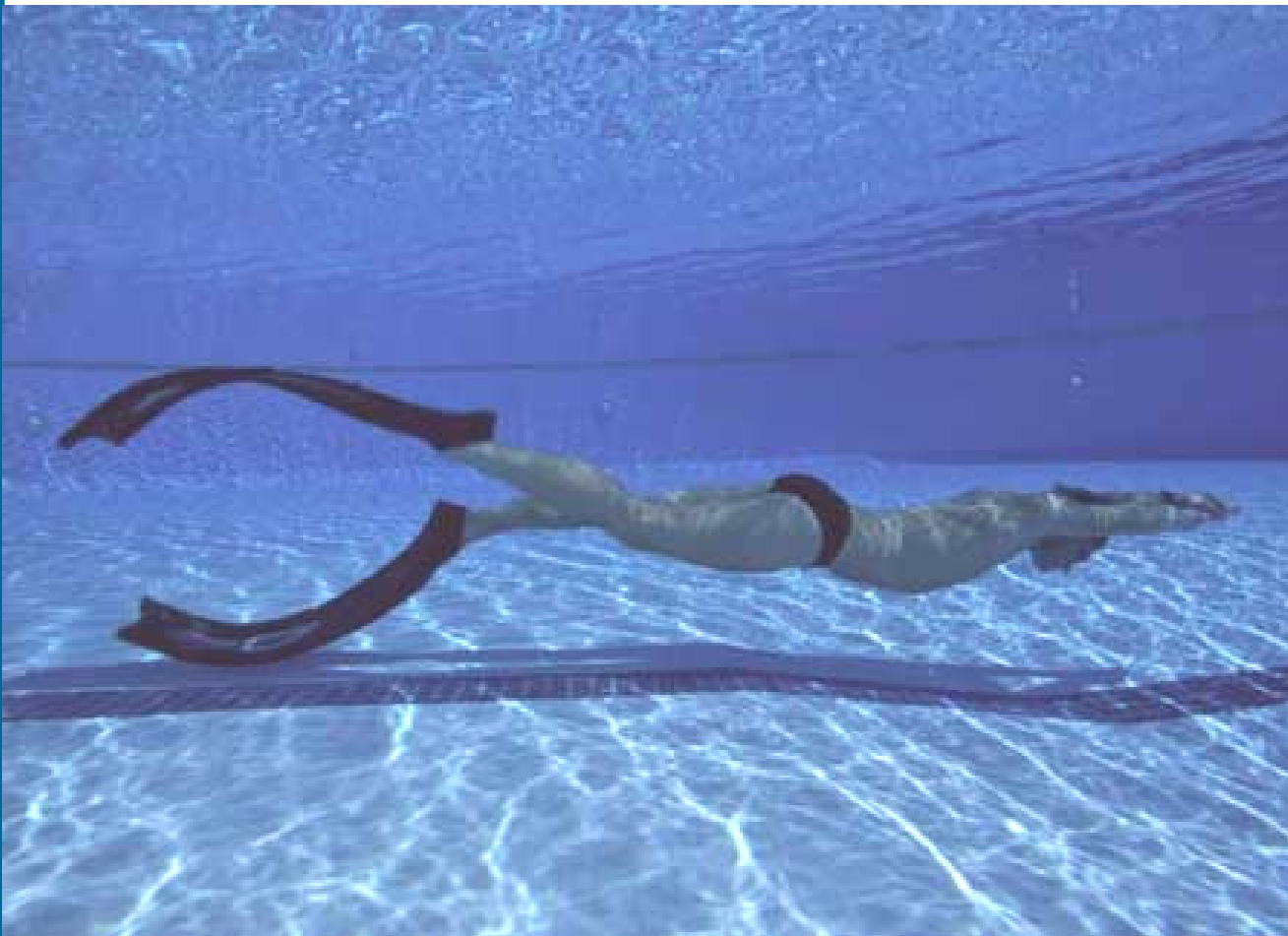


# Ausbildung

## Schnorcheltauchabzeichen



### Schnorcheltauchen in der DLRG und in der Freizeit

Tatiana Schmitt  
DLRG Ortsgruppe Egelsbach e.V.



Deutsche Lebens-Rettungs-  
Gesellschaft e.V.



# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Vorwort .....</b>	<b>04</b>
<b>2. Allgemeines zum Schnorcheltauchen</b>	
2.1 Einwenig zur Geschichte des Tauchsports .....	05
2.2 Voraussetzungen zum Schnorcheltauchen .....	05
2.3 Die Grundausrüstung .....	06
2.4 Pflege der Grundausrüstung .....	07
2.5 Der richtige Umgang mit der Grundausrüstung .....	08
<b>3. Tauchphysik</b>	
3.1 Was ist Druck? .....	10
3.2 Sichtverhältnisse unter Wasser .....	11
3.3 Hören unter Wasser .....	13
<b>4. Tauchmedizin</b>	
4.1 Der Druckausgleich .....	14
4.2 Barotraumen (Verletzungen durch Druck) .....	16
4.3 Die Atmung .....	17
4.4 Das Herz-Kreislaufsystem .....	19
4.5 Herz-Lungen-Wiederbelebung (HLW) .....	21
4.5.1 Grundbegriffe .....	21
4.5.2 Auffinden einer leblosen Person .....	22
4.5.3 Die einzelnen Teilbereiche der Wiederbelebung .....	23
4.5.4 Zusatzwissen .....	26
4.6 Häufige Erkrankungen beim Tauchen .....	27
<b>5. Besonderheiten des (Schnorchel-) Tauchens</b>	
5.1 Zeichensprache .....	29
5.2 Licht-Zeichen .....	30
5.3 Entwässern der Tauchbrille .....	30
<b>6. Schnorcheltauchprüfung</b>	
6.1 Prüfungsordnung des DSTA .....	31
<b>7. Anhang .....</b>	<b>32</b>

# 1. Vorwort

Schnorcheltauchen und auch insbesondere Presslufttauchen erfreuen sich in der heutigen Zeit einer ausgesprochen großen Beliebtheit. Die Unterwasserwelt bietet viele, teils noch unbekannte Sehenswürdigkeiten und ist zudem ein Freizeitspaß der von Jedermann ohne allzu große finanzielle Ausgaben ausgeübt werden kann.

Massenmedien und auch Reiseveranstalter tun ein übriges, das Tauchen zu einem reizvollen Unterwassersport zu machen, und so tummeln sich denn auch in den Sommermonaten unzählige Urlauber mit Grundausrüstung (Schwimmflossen, Tauchbrille, Schnorchel) oder Presslufttauchgeräten an südlichen Stränden und erkunden die Eigenheiten der dortigen Unterwasserlandschaften.

Was von den Massenmedien bzw. Reiseveranstaltern nicht oder allenfalls im Nebensatz erwähnt wird, ist die Tatsache, dass zum unbeschwerten Tauchvergnügen eine solide Tauchausbildung notwendig ist. Dies wird besonders dann deutlich, wenn bei den Untersuchungen von Tauchunfällen in den meisten Fällen menschliches Versagen die Ursache war.

## Die Schnorcheltauch-Ausbildung in der DLRG:

Erklärtes Ziel der Deutschen Lebens- Rettungs- Gesellschaft ist die Schaffung und Förderung aller Einrichtungen und Maßnahmen, die der Bekämpfung des Ertrinkungstodes dienen.

Um dieses Ziel zu erreichen, helfen Mitglieder der DLRG ehrenamtlich in unzähligen Stunden bei der Aus- und Weiterbildung von Schwimmern, Rettungsschwimmern und auch von Tauchern und Rettungstauchern tatkräftig mit und opfern teilweise auch ihre Freizeit um den Badespaß von Besuchern in Schwimmbädern, Badeseen oder am Meeresstrand sicher zu gestalten.

Die Schnorcheltauch-Ausbildung in der DLRG umfasst neben den praktischen Übungsstunden, in denen der Umgang mit der ABC-Ausrüstung trainiert wird, auch einen umfassenden, theoretischen Teil. Dieser ist in diesen Unterlagen begründet, die Sie in der ersten Theorie-Stunde ausgehändigt bekommen haben.

Tatiana Schmitt

## 2. Allgemeines zum Schnorcheltauchen

### 2.1 Ein wenig zur Geschichte des Tauchsports

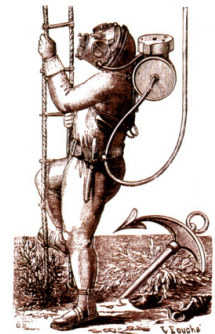
Obwohl sich der Mensch gut an ein Leben an Land angepasst hat, versucht er bereits seit Jahrtausenden, den Marinen Lebensraum zu erkunden und zu erforschen. Funde aus der Zeit vor Christus zeugen von dem schon damals vorhandenen Interesse der Menschen, sich auch das Meer untertan zu machen.

Graphische Aufzeichnungen von Tauchern, die ungefähr 2.500 Jahre alt sind, hat man in griechischen Gräbern gefunden; die Griechen benutzten Vorrichtungen aus Ziegenbälgen, in denen sie einen Vorrat an Atemluft mit in die Tiefe nahmen und so ihre Tauchzeit über ihr eigenes Lungenvolumen hinaus verlängern konnten.

Auf einem assyrischen Riff aus dem Jahre 885 v. Chr. ist ein Taucher gezeichnet, und 350 v. Chr. beschrieb Aristoteles einen Taucher, der einen Topf über den Kopf gestülpt hatte, um mit diesem Luftvorrat einige Minuten unter Wasser bleiben zu können.

Teile für die Grundausrüstung zum freien Tauchen entwickelte bereits Leonardo da Vinci. Er entwarf Handflossen, die Vorläufer der 1933 patentierten Fußflosse.

Taucheranzüge mit Tauchhelmen oder Luftschläuche sind bereits im 15. Jahrhundert bezeugt. Leonardo da Vinci beschäftigte sich mit der Frage, wie der Mensch unter Wasser überleben könnte. Er entwickelte einen überlangen, versteiften Luftschlauch, der von einer Korkscheibe an der Wasseroberfläche getragen wurde. Diese Konstruktion brachte jedoch nicht den gewünschten Erfolg, da sie aufgrund des gefährlich vergrößerten Totraumes im Luftschlauch nicht funktionierte.



Die Entstehung der Taucherbrille ist dagegen auf persische Perlentaucher zurückzuführen. Um 1300 wurden hauchdünn geschliffene und polierte Schildkrötenpanzer zu Brillen zusammengesetzt.

Diese Brillen waren immer nur 2-Glas-Brillen, die den Nasenbereich nicht einschlossen. Dadurch bestand die Gefahr des Unterdruckes im Augenbereich, der damit die Tauchtiefe stark einschränkte.

Erst 1938 wurde die erste Einglas-Taucherbrille unter Einbeziehung der Nase erfunden.

### 2.2 Voraussetzungen zum Schnorcheltauchen

Tauchen ist in der Regel kein Hochleistungssport (kann aber durchaus als solcher betrieben werden) und kann von jedem Menschen mit normaler Gesundheit und ausgewogener Selbstdisziplin gefahrlos ausgeübt werden. Wichtig ist das realistische Einschätzen eigener Kräfte und Grenzen, die Freude am elementaren Naturleben und Lust an der schwerelosen Bewegung unter Wasser.

### **Ein ängstlicher Mensch sollte niemals zum Tauchen überredet werden!**

Doch bevor der Tauchspaß richtig genossen werden kann, ist eine gründliche, ärztliche Untersuchung notwendig, die dem Unterrichtsteilnehmer seine Tauchtauglichkeit bestätigen muss.

Gesundheitliche Beschwerden, die die Tauchtauglichkeit einschränken oder gar das Tauchen unmöglich machen können, gibt es viele. Daher sollte man unbedingt, im Sinne seiner Gesundheit dem Arzt bei der Untersuchung im Bezug auf Krankheiten ehrlich sein. Denn schon eine kleine Mittelohrinfection kann beim Tauchgang, auch bei geringer Tiefe zu einem Trommelfellriss führen !!!

Die Tauchtauglichkeit kann von jedem entsprechend qualifizierten Arzt (möglichst ein Arzt der mit der Tauchmedizin vertraut ist, DLRG-Arzt oder Arzt des VDST) festgestellt werden. Aber nicht jeder praktizierende Arzt wird sich für kompetent halten, über die Tauchtauglichkeit zu entscheiden, da hierbei besondere physiologische Umstände zu berücksichtigen sind, die im Normalfalle nicht auftreten. Nicht gemeint ist hier jedoch die Tauchtauglichkeit, die das Gerätetauchen betrifft, bei dem in aller Regel größere Tiefen aufgesucht werden, und somit auch der Grad physiologischer Belastung weitaus höher liegt als beim Tauchen mit der Grundausrüstung.

Für den untersuchenden Arzt ist es also wichtig zu wissen, dass es sich hier um rein apnoisches Tauchen handelt. Da bei Ärzten erfahrungsgemäß oftmals Unklarheit über den Umfang der erforderlichen Untersuchung besteht, dient der von der DLRG vorgeschriebene Untersuchungsbogen zum Schnorcheltauchabzeichen zur Orientierung.

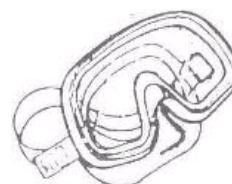
## **2.3 Die Grundausrüstung**

Die ABC- Ausrüstung besteht, wie der Name schon sagt aus 3 Teilen. Nämlich eine Taucherbrille, ein Schnorchel und einem Paar Tauchflossen.

### **Die Tauchermaske (-brille) (DIN 7877)**

#### Wichtig beim Kauf einer Tauchbrille:

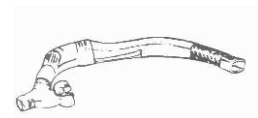
- Die Maske muss die Nase und die Augen gut verschließen, und einen Nasenerker haben. Dieser wird benötigt um den Druckausgleich durchführen zu können.
- Achte auf bruchsichere und druckunempfindliche Gläser, kein Plastik oder Kunststoff ! Vorgeschrieben sind Sicherheitsgläser.
- Die Maske sollte gut passen, das heißt beim Kauf die Maske anprobieren: Dabei die Maske am besten aufs Gesicht setzen und durch die Nase Luft holen, wenn sie dann am Gesicht hängen bleibt.



- Die Maske sollte einen doppelten Dichtrand haben.
- Besser als Gummimasken sind Masken aus Silikon. Sie sind geschmeidiger und halten besser ! Gummimasken werden dagegen leicht spröde.

### **Der Schnorchel (DIN 7878)**

Der Schnorchel dient zum Luft holen unter Wasser, ohne ständig den Kopf aus dem Wasser zu strecken. So kann ungestört die Unterwasserwelt beobachtet werden



Die Maße des Schnorchels sind unterschiedlich. Für Kinder (Form C = children) und Personen über 10 Jahren (Form A = adults).

#### Eigenschaften die der Schnorchel besitzen muss:

- Eine effektive Schnorchellänge von max. 35cm (Form A) bzw. 30cm (Form C)
- Ein gut sitzendes Mundstück
- Ein Schnorchelinnenvolumen, das sich leicht ausblasen lässt (Form A max. 180 cm<sup>3</sup>; Form C max. 120 cm<sup>3</sup>)
- Eine anatomisch und strömungstechnisch richtig geformte Verbindung zwischen Mundstück und Schnorchelrohr
- Eine auffällige Farbgebung des Schnorchelendes von mind. 3 cm breite (fluoreszierendes orangerot)
- Eine Sicherung gegen Verlust bei der Tauchübung
- Eine Gebrauchsanweisung, die Auskunft gibt über Benutzung, Benutzungsfehler, Warnhinweis bei Verlängerung, Altersgruppen, Pflege und Hinweise zum Sicherheitsstreifen.
- Schnorchel, die diese Anforderungen erfüllen, tragen das Zeichen "**GS = Geprüfte Sicherheit**".

#### **Bemerkung:**

Der Schnorchel darf keinerlei Ventile enthalten. Effektive Schnorchellängen von 60cm führen bereits nach einer Atmungszeit von fünf Minuten zu bleibenden Gesundheitsschäden. Der Versuch, durch einen längeren Schnorchel zu atmen, führt zum typischen Bild des sogenannten inneren Blaukommens mit Blutrückstau und Überdehnung des Herzmuskels. Die Ursache dieser Gesundheitsschädigung ist die zunehmende Druckdifferenz.

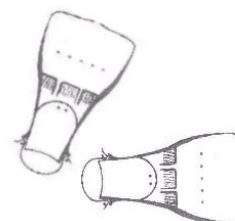
Bei Schnorchelatmung entspricht der Druck im Lungeninneren dem der Wasseroberfläche, während die Körperflüssigkeit bereits unter dem höheren Druck des uns umgehenden Wassers steht.

In diesem Zusammenhang soll darauf hingewiesen werden, dass bei Benutzung eines überlangen Schnorchels das Problem der Pendelatmung (in der Fachliteratur häufig als lebensgefährlich beschrieben) nicht relevant wird, da eine in Frage kommende Steigerung des CO<sub>2</sub>-Druckes eine Vergrößerung des Atemzugvolumens und der Atemfrequenz zur Folge hat und somit zu ausreichender O<sub>2</sub>-Versorgung führt.

**Lebensgefährlich bleibt ein überlanger Schnorchel also nur durch die Probleme der auftretenden Druckdifferenzen, wie oben erläutert.**

### **Schwimmflossen (DIN 7876)**

Die Flossen ermöglichen ein schnelles Fortbewegen unter Wasser, ohne größere Anstrengung.



Eigenschaften die Schwimmflossen besitzen sollten:

- Ein druckfreier Sitz
- Ein Flossenblatt, das zum Fußteil leicht abgewinkelt ist
- Eine alterungsbeständige und elastische Gummiqualität
- Ein Flossenblatt, das nicht so hart ist, dass Dauerleistungen zur Muskelverkrampfung führen
- Eine Fußteilverführung, die bis auf die Zehenseite den ganzen Fuß umschließt (geschlossene Ferse)
- Die seitliche Kontur des Fußteils sollte unterhalb des Knöchels verlaufen, sonst besteht die Gefahr des Wundscheuerns.

## **2.4 Pflege der Ausrüstung**

Nach dem Tauchgang sind alle verwendeten Gerätschaften gründlich mit Süßwasser zu spülen. Das gilt nach Tauchabstiegen im Meer, aber auch nach Trainingsstunden im Chlorwasser des Schwimmbades. Salz (Natriumchlorid) und Chlor greifen die Gummitteile an und führen zu vorzeitiger Zersetzung und beschleunigen die Korrosion der Metallteile.

Fette und Öle sind die Feinde der Gummimischungen.

Gummitteile, wie Tauchbrillen, Flossen, dürfen niemals für längere Zeit der Sonne ausgesetzt werden. Das gilt auch für die Trockenzeit nach dem Reinigen der Ausrüstung.



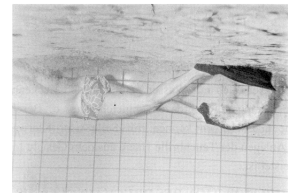
Werden die aus Gummi bestehenden Ausrüstungsgegenstände für einen längeren Zeitraum "eingemottet", empfiehlt es sich, sie mit Talkumpuder einzustäuben, um Korrosion und Zersetzungserscheinungen vorzubeugen.

Weitere Pflegemittel: Silikon-Spray, oder auch Vaseline.

## 2.5 Der richtige Umgang mit der Grundausrüstung

### Flossen schwimmen

Flossen dienen der besseren Fortbewegung im und unter Wasser. Durch richtigen Einsatz der Flossen steigt die Wirksamkeit der Kraftübertragung bis zu 40%.



*Wie aber sollten der richtige Einsatz und die zweckmäßige Technik aussehen?*

Der richtige Beinschlag kommt im Ansatz aus der Hüfte heraus, bei nur leicht angewinkelten Knien. Anfänger tun gut daran, gerade in den ersten Übungsphasen ihre Knie übertrieben steif zu halten und den Beinschlag nur aus der Hüfte auszuführen. Keinesfalls darf der Bewegungsablauf an die Tretbewegung beim Radfahren erinnern. Gutgemeinte Ratschläge, es dem "Radfahrer" gleichzutun, fußen meist auf Unkenntnis und führen zu einem "Kraulstil", der gemessen am Arbeitsaufwand nur wenig Vortrieb bringt. Das erklärt sich daher, dass der stark abgeknickte Oberschenkel bei jedem Beinschlag eine Bremswirkung in Schwimmrichtung ausführt und einen Großteil der Vortriebsenergie wieder aufzehrt.

### Atmung und Schwimmen mit der Grundausrüstung

Damit die Maske nicht beschlägt, verreibt man Speichel an ihrer möglichst trockenen Innenseite und spült sie anschließend kurz aus. Nach dem Aufsetzen der Maske steckt man das Schnorchelrohr unter das Halteband und nimmt das Mundstück so in den Mund, dass es sich zwischen Lippen und Zahnfleisch gut einfügt, wobei die Zähne die beiden Haltewarzen fest, aber ohne übermäßigen Nachdruck, fassen. Danach erfolgt die Dichtheitsprobe der Maske durch kurzes Ansaugen über die Nase. Nun wird tief und gleichmäßig durch den Schnorchel geatmet. An die Mundatmung, die anfänglich möglicherweise Schwierigkeiten bereitet, gewöhnt man sich rasch. Man achte besonders auf kräftiges, fast stoßartiges Ausatmen.

#### **Anmerkung:**

Die Brille sollte vor dem Gebrauch mit Wasser gefüllt an den Beckenrand gelegt werden, damit sich die Temperaturdifferenzen angleichen (s. o. Beschlagen der Sichtscheibe).

Verfettete Glasscheiben können mit Seife oder Klarwaschmitteln gereinigt werden.

Beim Anlegen der Tauchbrille Haare aus dem Gesicht legen, damit die Dichtigkeit gewährleistet ist !!!

## 3. Tauchphysik

### 3.1 Was ist Druck?

Bereits beim einfachen Frei-Tauchen im Schwimmbad oder im Badesee bekommt unser Körper den veränderten Umgebungsdruck im Element Wasser zu spüren. Ein erstes Anzeichen für andere Druckverhältnisse der Umgebung spüren wir durch ein unangenehmes Stechen in den Ohren.

*Doch warum ist das so?* An der Wasseroberfläche herrscht ein Druck von ca. 1 bar. Je 10 Meter Wassertiefe steigt der Druck um 1 weiteres Bar. Um zu errechnen, welcher Druck in einer bestimmten Wassertiefe herrscht, wird folgende Formel verwendet:

$$P_o + \frac{D}{10} = P_d$$

„P“ steht für Druck (p = pressure) und „D“ für die Tiefe (d = depth).

**Ein Beispiel:** Welcher Druck herrscht in 42 Meter Wassertiefe?

$$1 \text{ bar} + \frac{42 \text{ Meter}}{10} = 5,2 \text{ bar}$$

Des weiteren verändern flexible Hohlräume (Gefäße) ihr Volumen bei Druckänderung, während starre Hohlräume ihren Innendruck ändern. Ein weiteres, für das Tauchen ebenfalls wichtiges physikalischen Gesetz, wurde von Boyle-Mariotte aufgestellt.

Es lautet :

Bei gleichbleibender Temperatur verändert sich der Druck einer abgeschlossenen Gasmenge im umgekehrten Verhältnis zu seinem Volumen.

$$P * V = \text{konstant}$$

(Druck) (Volumen) (bleibt gleich)

Nach dem obigen Gesetz verhält sich ein **flexibles** Gefäß (z.B. die Lunge), dass mit 6 Litern Luft gefüllt ist, wie folgt im Wasser:

Wasseroberfläche	=	1 bar Druck - Volumen der Lunge <b>6</b> Liter
10 Meter Wassertiefe	=	2 bar Druck - Volumen der Lunge <b>3</b> Liter
20 Meter Wassertiefe	=	3 bar Druck - Volumen der Lunge <b>2</b> Liter
30 Meter Wassertiefe	=	4 bar Druck - Volumen der Lunge <b>1,5</b> Liter

## 3.2 Sichtverhältnisse unter Wasser

Das Sehen unter Wasser wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst, die sämtlich auf physikalische Effekte zurückzuführen sind:

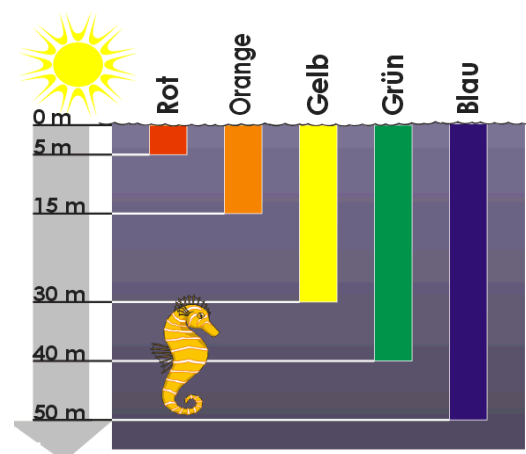
Das für den Menschen sichtbare Licht besteht physikalisch aus elektromagnetischer Strahlung unterschiedlicher Wellenlängen. Wie aus dem Physik-Unterricht in der Schule bekannt, kann diese Strahlung u.a. reflektiert, gebrochen oder absorbiert werden. Alle diese Vorgänge spielen beim Tauchen eine Rolle.

Bestimmend für die Sichtverhältnisse unter Wasser sind:

1. Die Intensität der Sonnenstrahlen
2. Der Auftreffwinkel der Sonnenstrahlen
3. Die Durchsichtigkeit des Wassers (klares oder trübes Wasser)
4. Die Beschaffenheit des Grundes (heller oder dunkler Grund)
5. Die Wassertiefe

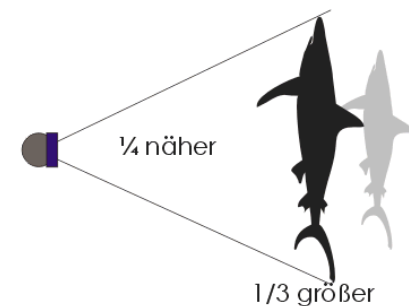
Das Tageslicht wird im Wasser mit zunehmender Tiefe geschwächt, weil Wasser im Vergleich zu Luft ein optisch dichteres Medium ist. Die Abnahme ist trotz günstiger Wasserverhältnisse so stark, dass die ins Wasser gelangenden Strahlen in 1 m Tiefe schon mehr als die Hälfte der Intensität verlieren. In 10m Tiefe dringen nur noch ca. 15 % und 25 m Tiefe nur noch 5 % der Strahlen ein. Aufgrund der unterschiedlichen Wellenlängen der einzelnen Spektralfarben werden diese verschiedenen stark absorbiert: Rot hat in 5 m Tiefe nur noch 10 % und in 10m Tiefe sogar nur noch 2 % seiner Intensität. Das führt dazu, dass z. B. Blut nicht mehr rot, sondern blau-grün erscheint. Gelb dringt bis in 5 m Tiefe zu 50 % ein und ist in 45 m Tiefe noch zu 2 % vorhanden. Blau ist in ,35 m Tiefe noch zu 50 % vorhanden. In Tiefen ab 35 m nehmen alle Gegenstände eine grau-blau-grüne Farbe an.

Bei trübem Wasser kommt es zusätzlich noch zu Streuungs- und Reflektionseffekten, die zu einer Schwächung des Lichts und damit zu einer Verschlechterung der Sichtverhältnisse führen.



Für Taucher mindestens ebenso bedeutsam ist der Effekt der optischen **Brechung** des Lichts. Beim Übergang von Lichtstrahlen von einem durchsichtigen Medium auf ein anderes mit unterschiedlichen Brechungsindices werden die Lichtstrahlen gebrochen. Die Brechkraft hängt unter anderem von den jeweiligen optischen Dichten der Medien ab. Dies ist auch beim normalen Sehen an Land der Fall. Beim Übergang der Lichtstrahlen von Luft in die (optisch dichtere) Hornhaut des Auges findet bereits eine Brechung des Lichts statt. Dieser Prozess spielt eine Hauptrolle für scharfes Sehen. Die nachgeschalteten lichtbrechenden Systeme (Augenlinse, Kammerwasser, Glaskörper) haben vergleichsweise schwache Effekte auf die Lichtbrechung. Der Brechungsindex der Hornhaut beträgt jedoch 1,376 und ist damit dem von Wasser (1,333) sehr ähnlich, so dass beim Übergang der Strahlen vom Wasser auf Hornhaut keine wesentliche Brechung stattfindet. Unter Wasser ist daher ohne Hilfsmittel (Taucherbrille) scharfes Sehen nicht möglich, im Gegenteil: es besteht eine extreme Kurzsichtigkeit von ca. 50 Dioptrien.

Die Taucherbrille schafft jedoch wieder die gewohnte Grenzschicht Luft mit einem Brechungsindex von 1,00 vor der Hornhaut des Auges, allerdings mit dem Nebeneffekt, dass am Übergang Wasser/Glas der Taucherbrille ebenfalls eine Brechung stattfindet. Durch diesen Effekt erscheinen unter Wasser beim Blick durch die Taucherbrille alle Dinge um 1/3 größer und um 1/4 näher, als sie wirklich sind.

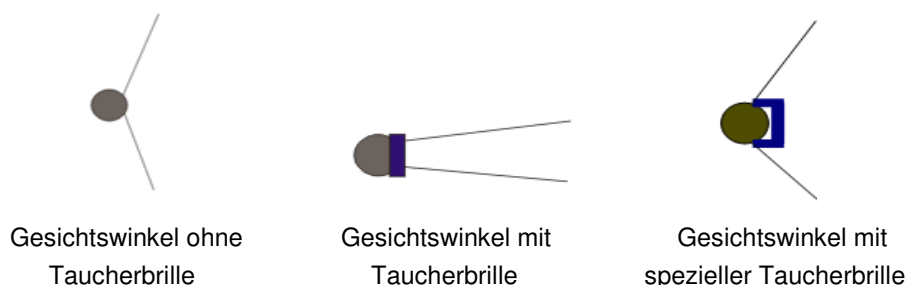


Anmerkung:

*Brechungsindex:* beschreibt die materialabhängige Verlangsamung des Lichtes (eigentlich: der Lichtgeschwindigkeit) beim Übergang vom Vakuum in das betrachtete Medium. Beispiel: Wasser: Lichtgeschwindigkeit im Vakuum: 300000 km/sec, im Wasser: 225000 km/sec = Brechungsindex des Wassers von 1,33.

Zusätzlich ändert sich durch die Taucherbrille der Gesichtswinkel

Es darf deshalb beim Tauchen nie vergessen werden, dass nur ein Ausschnitt der Umgebung gesehen wird. Um Unfällen und Zusammenstößen (etwa beim Auftauchen) vorzubeugen ist es daher unumgänglich, dass der Kopf gedreht, gehoben und gesenkt wird, um alles zu erfassen. Gerade beim Auftauchen ist aus diesem Grunde auch die Drehung um die Körperlängsachse nötig.

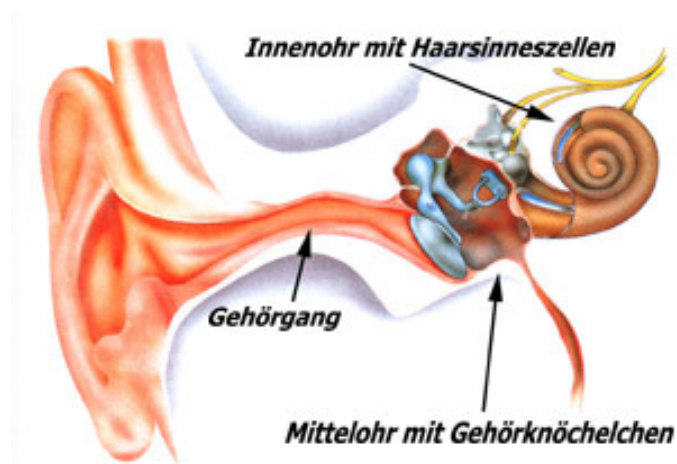


### 3.3 Hören unter Wasser

Die Schallübertragung ist unter Wasser deutlich besser als in der Luft. Das führt zwar dazu, dass wir im Wasser Geräusche aus größeren Entfernungen wahrnehmen können, hat aber den Nachteil, dass durch die 4,5-fache Schallgeschwindigkeit kein Richtungshören mehr möglich ist.

Das menschliche Gehirn ist auf eine Schallgeschwindigkeit von 330 Metern pro Sekunde eingerichtet. Da die Schallwellen auch bei dieser hohen Geschwindigkeit mit einem kleinen Unterschied zwischen dem rechten und dem linken Ohr eintreffen, kann der Mensch so die Richtung der Schallquelle bis auf 4 ° genau feststellen. Diesen Zeitunterschied nennt man den Faktor "Delta t". Im Wasser kann unser Gehirn den deutlich geringeren Faktor "Delta t" durch die höhere Schallgeschwindigkeit nicht mehr so genau verarbeiten und die Richtungsbestimmung funktioniert nur noch auf 51 ° genau.

Die genaue Ortung einer Schallquelle funktioniert des weiteren nicht so gut, da im Wasser der gesamte Schädel die Schallwellen empfängt. An der Luft sind nur die Ohren als Empfänger geeignet.

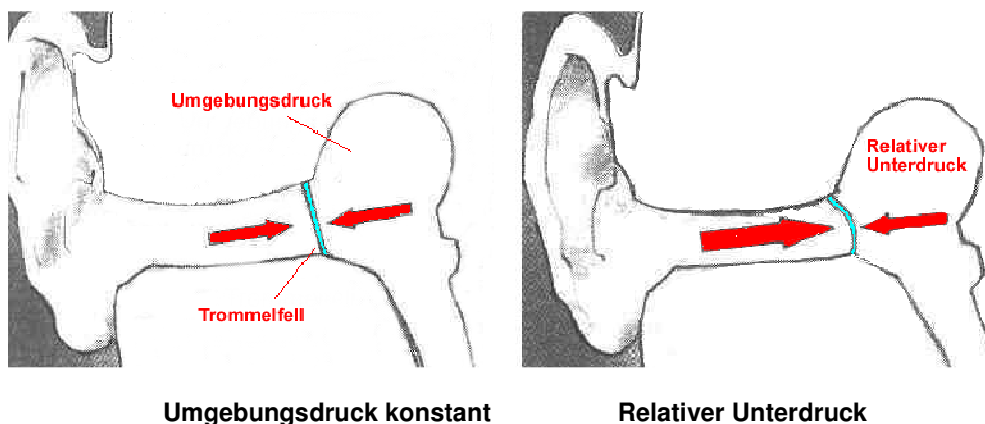


## 4. Tauchmedizin

### 4.1 Der Druckausgleich

Das wohl empfindlichste Organ des Tauchers ist das Ohr. Beim Abtauchen kann es schon ab wenigen Metern zu einem schmerzhaften Stechen oder Pfeifen im kommen. Dieses liegt daran, dass der Wasserdruck auch auf das Ohr und somit auf das Trommelfell drückt.

An der Wasseroberfläche gleichen sich der Druck im Innenohr und der Außendruck aus. Nimmt jedoch der Außendruck beim Abtauchen zu, wird das Trommelfell nach innen gebogen. Es entsteht im Innenohr ein Unterdruck. Schon in geringen Tiefen kann es zu Schmerzen und Orientierungslosigkeit kommen. Im schlimmsten Falle kann es zu einem Trommelfellriss kommen.



Bei allen variablen Hohlräumen schafft der Körper selbst den Druckausgleich. Die Wandung gibt nach, bis Innen- und Außendruck angeglichen sind (z.B. im Bereich der Bauchhöhle). Der Brustkorb mit seinem beweglichen Knochengerüst stellt für uns einen halbstarren Hohlraum dar. Hat der dem Wasserdruck nachgebende Brustkorb seine untere Starrheitsgrenze erreicht, und dies ist - konstitutionell verschieden - ab etwa 30m der Fall, würde jedes Weiteratmen zu einem gefährlichen Lungenunterdruck führen. Atemnot und Beklemmung, die vorher auftreten, lassen den Taucher jedoch vor Eintritt eines Lungenbarotraumas<sup>1</sup> den Tauchgang beenden.

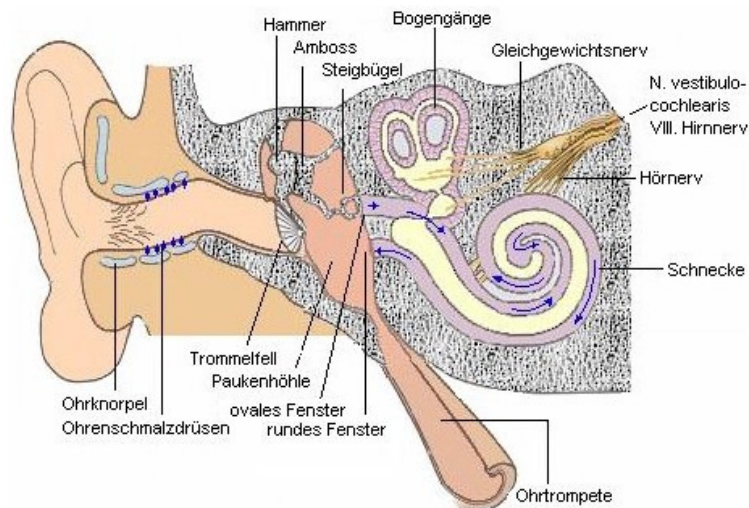
Die Elastizität des Brustkorbes und des Zwerchfells ist maßgeblich für die persönliche Tiefenbegrenzung jedes Freitauchers. Am spürbarsten wirkt sich das Wechselspiel Überdruck - Unterdruck auf die starren (knöchernen) Hohlräume im Bereich des Kopfes aus, wenn sie meist krankheitsbedingt verschlossen sind.

---

<sup>1</sup> Siehe Barotraumen



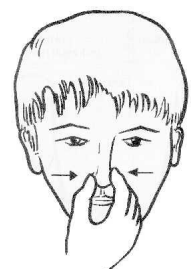
Es sind dies vor allem die Paukenhöhle (Mittelohr) und die Nasennebenhöhle. Die Paukenhöhle wird zum äußeren Gehörgang hin durch das Trommelfell abgeschlossen, hat jedoch eine teils knöcherne, teils knorpelige, mit Schleimhäuten ausgekleidete Verbindung mit dem Rachenraum. Ein lippenartiger Verschluss am Ende dieser Eustachischen Röhre (Ohrtrumpete, auch Tube oder Tuba auditiva genannt), die das Mittelohr mit dem Rachen verbindet, verhindert meist einen automatischen Druckausgleich.



### Aufbau des Ohres

Der Taucher muss diesen daher in einem solchen Fall mechanisch herbeiführen. Wichtig dabei ist, dass der Druckausgleich bereits durchgeführt wird, wenn der Druck an Trommelfeld spürbar ist, nicht erst dann, wenn das Trommelfeld schmerzt. Je geringer die zu überwindenden Druckdifferenzen sind, um so leichter kommt der Druckausgleich zustande. Schluckbewegungen, Gähnen bzw. seitliches Verschieben des Unterkiefers können zu einem Druckausgleich führen. Am wirksamsten jedoch ist die Pressdruckmethode (nach Valsalva).

Bei verschlossener Nase und geschlossenem Mund wird durch stoßartiges Ausatmen Luft aus der Lunge in den Nasen- Rachen- Raum gepresst. Der Verschluss der Ohrtrumpete öffnet sich, die Luft dringt in die Paukenhöhle und bewirkt, dass beiderseits des Trommelfells der gleiche Druck herrscht.



Da der erforderliche Öffnungsdruck für die beiden Ohrtrompeten meist unterschiedlich sein wird, ist darauf zu achten, dass der Druckausgleich für beide Ohren zustande kommt.

Wenn der Druckausgleich auch nur in einem der beiden Ohren nicht zustande kommt, darf nicht tiefer getaucht werden. Das Trommelfell würde überdehnt werden. Der Wasserdruck in 3m Tiefen ist bereits geeignet, das Trommelfell zu zerreißen. Durch das in das Mittelohr eindringende kalte Wasser kommt es zu Gleichgewichtsstörungen, Drehschwindel, Übelkeit und eventuell zu Bewusstlosigkeit infolge eines Labyrinthchocks. Im Wasser enthaltene Krankheitserreger führen zu schweren Entzündungen im Mittelohr.

***Im Falle einer Erkältungskrankheit darf nie getaucht werden.***

Schmerzen und Schwierigkeiten beim Druckausgleich sollten den Taucher immer zum Abbruch seiner Tauchtätigkeit veranlassen. Auch Tauchmasken stellen einen Hohlraum dar, der zu einem Sogeffekt im Bereich des Gesichtes und somit der empfindlichen Augäpfel führen kann. Die Elastizität des Maskenkörpers kann nur geringer Druckunterschiede ausgleichen. Der Innenraum der Tauchmaske muss daher über die Nase beim Tauchen belüftet werden. Dies wird von Tauchern im Anfangsstadium ihrer Ausbildung oft vernachlässigt. Ein Anschwellen der Nasenschleimhäute mit eventuellem Nasenbluten sowie das Hervorquellen der Augäpfel, Platzen der feinen Äderchen, sind die Folgen davon.

Alle vorher aufgezeigten Erscheinungen, die auftreten, wenn Druckdifferenzen nicht ausgeglichen werden können, zählen bereits zu den Druckverletzungen (Barotraumen).

## 4.2 Barotraumen (Verletzungen durch Druck)

Barotraumen können vielfältig sein, genauso ihre Auswirkungen. Sie treten überall dort auf, wo es zu Druckdifferenzen in luft - oder gasgefüllten Hohlräumen kommt, die nicht ausgeglichen werden können.

Je nach Sitz eines solchen Barotraumas sind auch die gesundheitlichen Auswirkungen verschieden. Die ausführliche Beschreibung aller möglichen Barotraumen würde den Rahmen dieser Unterlagen überschreiten. Wir müssen uns jedoch bewusst sein, dass jedes Barotrauma einer ärztlichen Kontrolle bzw. Behandlung bedarf, um gesundheitliche Spätfolgen zu vermeiden.

Kurz zusammengefasst, Ursachen von Barotraumen, die beim Freitauchen auftreten können:

a. **krankhaft bedingt:**

- Verlegung der Zugänge zu den Nebenhöhlen infolge von Infektionen im Nasen - Rachen - Raum, bei Nebenhöhlenentzündungen oder Tubenkatarrh;
- Hohlräume im Zahn.

b. **Tauchtechnisch bedingt:**

- Unterlassung des aktiven Druckausgleiches (Mittelohr, Maskenraum);
- gewaltsam herbeigeführter Druckausgleich ;
- Lungenunterdruck durch zu geringe Lungenfüllung.

c. **Konstitutionsbedingt:**

- Überschreiten der persönlichen Maximaltiefe (Lunge, Herz).



### **Barotraumen entstehen auch durch gefährdende Ausrüstungsgegenstände:**

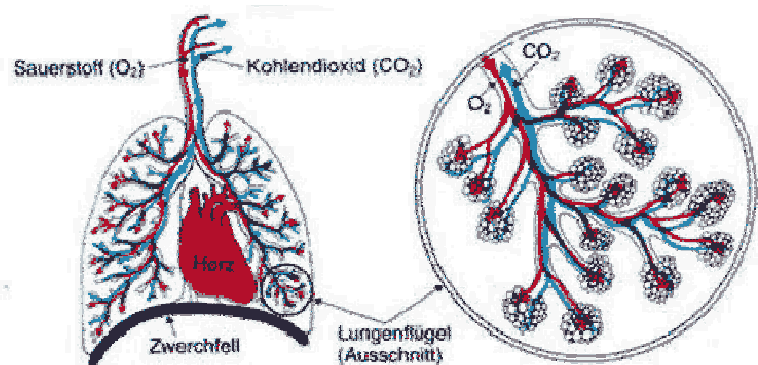
Vom Verschluss des äußeren Gehörganges durch Ohrenstöpsel jeder Art beim Tauchen muss ausdrücklich gewarnt werden. Weder ein gesundes noch ein verletztes Ohr kann dadurch von einer Druckeinwirkung geschützt werden. Der Verschluss des äußeren Gehörganges schafft einen Hohlraum (zwischen Stöpsel und Trommelfell), in dem der Druck nicht ausgeglichen werden kann. Eine Schädigung des Trommelfelles ist die Folge davon. Dies gilt auch für Badehauben, die zu einem dichten Verschluss der Ohren führen !!!

## **4.3 Die Atmung**

Durch die Atmung wird unser Körper mit dem lebenswichtigen Sauerstoff versorgt; gleichzeitig wird bei der Atmung das durch Stoffwechselforgänge entstehende Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) abgegeben. Der in der Luft enthaltene Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ) gelangt durch Nase oder Mund in den Rachenraum, von hier aus über die Luftröhre in die beiden Bronchialhauptäste und damit in die beiden Lungenflügel. In den Lungenflügeln gelangt die Luft durch Verzweigungen der Bronchien schließlich in die Lungenbläschen oder Alveolen.

Die Alveolen sind traubenartig angeordnet und von einer äußerst dünnen Haut umgeben. In diese Haut sind feinste Blutgefäße, Lungenkapillaren, eingebettet. Die Wände der Alveolen sind für Gase leicht durchgängig. Auf dem Weg der Diffusion (Durchtreten von Stoffen durch eine dünne Membran)

erfolgt der Sauerstoffeintritt aus der Einatemluft in die Alveolen und weiter über die Kapillaren Blutgefäße zum Herzen und in den Körper. Der Gasaustausch erfolgt immer vom Ort der höheren zum Ort der niedrigeren Kon-



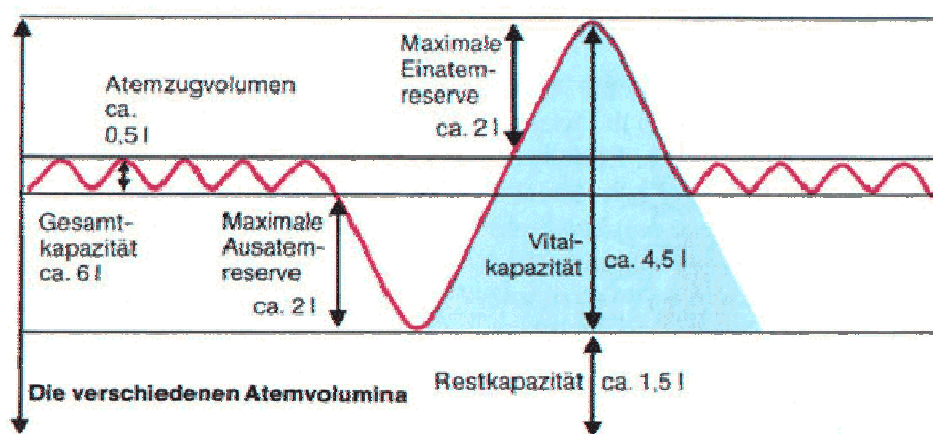
zentration. Darauf beruhen Aufnahme des Sauerstoffs und Abgabe des Kohlendioxids.

Sauerstoff sowie Kohlendioxid werden chemisch im Blut gebunden; die anderen in der Atemluft befindlichen Gase gehen im Körper physikalisch in Lösung, so z. B. der Stickstoff, der die Hauptmasse der Luft bildet (ca. 4/5) und als Füllgas bezeichnet wird. Stickstoff und Edelgase gehen im Körper unter Normalbedingungen keine chemischen Bindungen ein.

Zur Erneuerung der Luft in den Lungen ist ein ständiger Austausch der Luft nötig (Ventilation), der durch rhythmisch wechselnde Ein- und Ausatmung erfolgt. Diese Atembewegung erfolgt durch Zusammenziehen und Entspannen verschiedener Muskelgruppen und Gewebe. Beteiligt an der Atmung sind der Brustkorb, die Zwischenrippenmuskulatur, das Zwerchfell und die Lungen selbst. Der Brustkorb ist elastisch und kehrt sowohl bei Ein- wie auch Ausat-

mung immer in seine Ausgangslage (=Atemruhelage) zurück. Die Einatmung erfolgt durch Hebung des Brustkorbes mittels der Zwischenrippenmuskulatur und Anspannung des Zwerchfelles sowie der damit verbundenen Zwerchfellabflachung. Es entsteht durch die Volumenvergrößerung ein Unterdruck in der Lunge, der durch Einströmen von Luft ausgeglichen wird. Die Einatmung ist also ein aktiver, von Muskelarbeit abhängiger Vorgang, während die Ausatmung passiv verläuft: die Zwischenrippenmuskulatur erschlafft, der Brustkorb sinkt durch seine Eigenspannung in sich zusammen und geht in seine Ruhelage zurück, und das Zwerchfell wölbt sich ebenfalls in seine Ruhelage nach oben zurück. Die damit verbundene Volumenverringering bewirkt ein Ausströmen der Luft über die Atemwege.

Bei der Ausatmung wirken elastische Fasern der Lunge mit; sie haben das Bestreben, sich zusammenzuziehen. Im Brustraum liegen diese Fasern jedoch immer in gedehntem Zustand vor, da zwischen Lunge und Brustkorbwandung ein Unterdruck herrscht.



Die Lunge ist von einer Haut, dem Lungenfell, überzogen, die Brustwand ist innen vom Brustfell ausgekleidet. Beide sind normalerweise nicht miteinander verwachsen: zwischen ihnen besteht ein Hohlraum (Pleuraspalt), der mit einem Flüssigkeitsfilm gefüllt ist und in dem der genannte Unterdruck herrscht. Bei einer Verletzung, die ein Luft eindringen in den Pleuraspalt ermöglicht, kann die Lunge durch den elastischen Faserzug bis auf Faustgröße zusammenschrumpfen (Pneumothorax). Dadurch kann ein lebensbedrohlicher Zustand entstehen.

Bei normaler Atmung wird nur ein Teil der in den Lungen befindlichen Luft erneuert; ein großer Teil bleibt in den Lungen zurück. Die Luftmenge, die bei einer normalen Ein- und Ausatmung bewegt wird, bezeichnet man als Atemzugvolumen; es beträgt ungefähr 0,5 l. Da wir ca. 15-20 mal in der Minute atmen, werden in 1 Minute ungefähr 6-10 l Atemluft benötigt. Die maximal zu bewegend Luftmenge wird als Vitalkapazität bezeichnet. Auch bei maximaler Ausatmung verbleibt ein gewisses Restvolumen (=Restkapazität) in den starren Hohlräumen wie Luftröhre und Bronchien. Luftmengen werden nun in Barliter (barl) angegeben. Damit ist ein Liter Luft bei einem Umgebungsdruck von 1 bar gemeint. Dies entspricht 1,2 g Luft bei 20 °C. Die normale Atemluft enthält ca. 21% Sauerstoff. Beim Einatmen werden im Körper 4% Sauerstoff chemisch gebunden und zur Verbrennung weitergeleitet. Bei erhöhtem Sauerstoffverbrauch, also bei körperlichen Belastungen, wird durch eine Beschleunigung und Vertiefung der Atmung der erhöhte Sauer-

stoffbedarf befriedigt. Die pro Atemzug gebundene Menge von 4% Sauerstoff bleibt jedoch konstant.

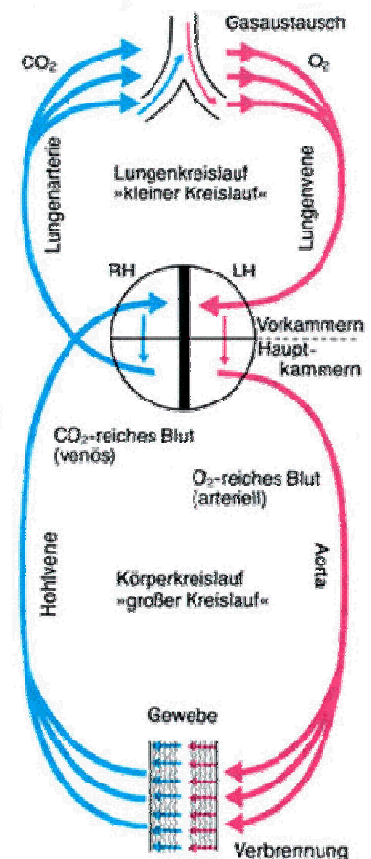
Den Impuls für die Atmungsbewegung erteilt das Atemzentrum, das im verlängerten Rückenmark (Übergang Rückenmark-Gehirn) lokalisiert ist. Das Atemzentrum reagiert auf den Kohlendäurespiegel im Blut, also auf den Anteil des gebundenen Abbauproduktes Kohlendioxid. Bei körperlicher Anstrengung steigt der Kohlendäurespiegel durch die erhöhte Verbrennung; hierdurch wird das Atemzentrum zu verstärkter Impulsgebung für die Atemmuskulatur angeregt und somit der erhöhte Sauerstoffbedarf im Körper gedeckt. Bei starker Belastung können bis zu 120 l Luft pro Minute veratmet werden.

Der Transport des aufgenommenen Sauerstoffes sowie des Kohlendioxids und der gelösten Nährstoffe wird vom Blut übernommen.

## 4.4 Das Herz-Kreislaufsystem

Es ist das Transport- und Verteilersystem des Körpers. Für den ständigen Kreislauf des Blutes sorgt das Herz; es bringt als Pumpe die nötige Kraft mit, das Blut auch in die entlegenen Körperteile zu transportieren. Es schlägt unter Normalbedingungen ca. 70-75 mal in der Minute und befördert dabei eine Blutmenge von 5-6 l. Bei starker Belastung kann das Herz eine Frequenz von 180 Schlägen pro Minute und mehr erreichen und dabei eine vielfach größere Menge Blut transportieren (bis zu 30 l/min). Die Herztätigkeit ist unserem Willen nicht unterworfen und verläuft unabhängig davon. Das Herz ist ein etwa faustgroßer, aus quer- gestreifter Muskulatur bestehender Hohlkörper, der ein eigenes Nerven- und Gefäßsystem besitzt. Es wird durch eine Scheidewand in eine linke und eine rechte Herzhälfte unterteilt; diese Hälften lassen sich wieder in Vor- und Hauptkammer unterteilen. Die Kammern wirken nach dem Prinzip der Saug- und Druckpumpe. Die Kammern haben ein Herzklappensystem, das für die Fließrichtung des Blutstromes verantwortlich ist. Das Herz pumpt durch ein weitverzweigtes Gefäßsystem das Blut in den Körper (arterielles Blut) und „saugt“ es wieder zum Herzen zurück (venöses Blut). Grundsätzlich werden alle vom Herzen wegführenden Gefäße als Arterien, die zum Herzen hinführenden Gefäße als Venen bezeichnet.

Der Körperkreislauf befördert das sauerstoffreiche Blut in den Körper. Er beginnt in der linken Herzkammer und führt das Blut unter Druck durch die Aorta (Hauptschlagader) sowie ihre Arterien (Verzweigungen der Hauptschlagader) weiter an die feinen Kapillargefäße, in denen an den Organen und Zellen der Stoffaustausch vollzogen wird. Dabei werden Nährstoffe und Sauerstoff



abgegeben, Kohlendioxid und Abbauprodukte aufgenommen. Das nun mit Kohlendioxid beladene Blut gelangt über die Venen zur rechten Herzvorkammer und von dort in die rechte Herzkammer.

Von dort wird es über die Lungenarterie in die Haargefäße der Lungenbläschen geführt. Hier erfolgt der Gasaustausch auf dem Weg der Diffusion; Kohlendioxid wird abgegeben und Sauerstoff aufgenommen. Von den Lungenbläschen strömt das nun wieder mit Sauerstoff angereicherte Blut über die Lungenvene zurück zur linken Herzvorkammer, um von neuem die Reise durch den Körper zu beginnen.

Die Blutmenge beträgt beim Erwachsenen rund 8% seines Körpergewichtes; also etwa 5-6 l. Das Blut ist aus mehreren Bestandteilen zusammengesetzt: Die Blutflüssigkeit kann von festen Bestandteilen befreit

werden, es bleibt das Blutplasma zurück. Wird aus dem Plasma der Gerinnungsstoff Fibrin entfernt, so bleibt das Blutserum zurück. Die festen Bestandteile des Blutes haben verschiedene Aufgaben: die weißen Blutkörperchen (Leukozyten) dienen als >Schutzpolizei< gegen eindringende Krankheitserreger, die Blutplättchen (Thrombozyten) sind ebenso wie das Fibrin an der Gerinnung des Blutes beteiligt. Die roten Blutkörperchen (Erythrozyten) sind am Gasaustausch beteiligt. Deren Farbstoff (Hämoglobin), der dem Blut seine charakteristische Farbe verleiht, geht mit Sauerstoff sehr schnell eine chemische Verbindung ein, die leicht gespalten werden kann und somit den Sauerstoff an die Zellen abgibt. Um bei einem Tauchunfall wirkungsvoll Atemspende und äußere Herzmassage durchführen zu können, ist die Kenntnis der Funktion von Atmung und Herz-Kreislaufsystem unerlässlich.

## 4.5 Herz-Lungen-Wiederbelebung (HLW)

Jedes Jahr sterben in Deutschland ca. 80.000 bis 100.000 Menschen am sogenannten plötzlichen Herztod (Herzstillstand). Ein Herzstillstand führt innerhalb weniger Minuten zum biologischen Tod des von ihm betroffenen Menschen. Deshalb ist es wichtig, dass der Ersthelfer den Kreislaufstillstand sofort erkennt, und direkt geeignete Maßnahmen ergreift, um das Absterben des Gehirns und somit des ganzen Organismus zu verhindern. Wenn nur tatenlos gewartet wird, bis der Rettungsdienst eintrifft, verschlechtern sich die Überlebenschancen sehr stark.

### 4.5.1 Grundbegriffe

#### ***Bewusstlosigkeit***

Unter dem menschlichen Bewusstsein versteht man, die Fähigkeit des Menschen, auf äußere Reize reagieren und sich orientieren zu können. Er kann zum Beispiel auf Ansprechen reagieren (hören), er kann sehen, fühlen, schmecken und riechen. Weiterhin besitzt er eine Denk-, Merk- und Reaktionsfähigkeit sowie die Fähigkeit geordnete Bewegungsabläufe durchführen zu können. Ist der Mensch bewusstlos, besitzt er diese Fähigkeiten nur noch eingeschränkt oder nicht mehr. Bei Bewusstlosigkeit erlöschen auch die natürlichen Schutzreflexe des Menschen (z. B. Husten- und Würgreflex) und es erschlaffen teilweise die Muskeln (z. B. Zungenmuskel, Skelettmuskulatur). Der erschlaffte Zungenmuskel kann so die Atemwege verlegen.

#### ***Atemstillstand***

Normalerweise funktioniert die menschliche Atmung automatisch, weil der Körper auf eine permanente Sauerstoffversorgung angewiesen ist. Kommt es zu einer Störung bzw. einem Aussetzen der Atmung, so steht eine sehr wichtige Körperfunktion nur noch eingeschränkt oder gar nicht mehr zur Verfügung, wodurch das Leben der betroffenen Person akut gefährdet ist. Einige Zeit nach einem Atemstillstand stellt auch das Herz seine Tätigkeit ein, weil der für seine schwere Muskelarbeit benötigte Sauerstoff fehlt. Deshalb muss ein Atemstillstand frühzeitig erkannt werden, um sofort geeignete Maßnahmen ergreifen zu können, die den lebensbedrohlichen Zustand abwenden.

#### ***Kreislaufstillstand***

Stellt das Herz aus irgendeinem Grund seine Arbeit ein, so ist ein Weiterfunktionieren der Körperfunktionen nur noch für kurze Zeit möglich, da das Blut, als Transporteur lebensnotwendiger Stoffe im Körper (z. B. Sauerstoff und Zucker), nicht mehr durch den Körper gepumpt wird. Es ist der klinische Tod eingetreten. Spätestens nach 3 - 4 Minuten sind dann die letzten Notreserven der Zellen (und hier vor allem der Gehirnzellen) aufgebraucht und sie fangen an, unwiederbringlich abzusterben.

In der ersten Zeit des klinischen Todes ist eine Wiederbelebung ohne bleibende Schäden noch möglich (bis 3 - 4 Minuten ohne Sauerstoff), je weiter die sauerstofflose Zeit aber fortgeschritten ist, desto schlechter sind die Wiederbelebungschancen, weil schon zu viele (Gehirn-) Zellen abgestorben sind. Sind nach weiteren Minuten ohne Sauerstoff so viele Zellen abgestorben, dass der Mensch nicht mehr wiederzubeleben ist, ist der biologische Tod einge-

treten. Es ist deshalb enorm wichtig, dass ein Kreislaufstillstand genau wie ein Atemstillstand frühzeitig erkannt wird, und dass dann sofort mit den Wiederbelebungsmaßnahmen durch den Ersthelfer begonnen wird. Nur so besteht noch eine Chance, das Leben zu erhalten!

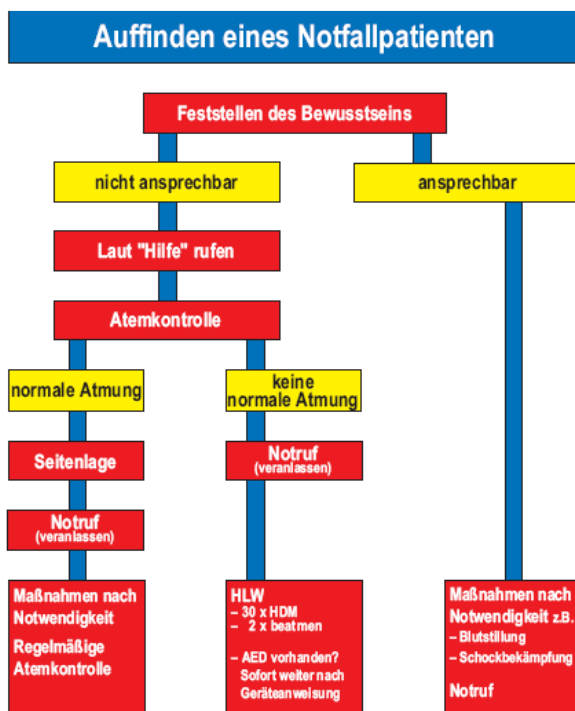
**Mögliche Ursachen eines Herz-Kreislauf-Stillstandes:**

1. Durchblutungsstörungen am Herzen (Herzinfarkt)
2. Sauerstoffmangel, Atemstillstand
3. Vergiftung
4. Elektrounfall
5. massive Blutung (Schock)
6. Versagen des Herzschrittmachers

Bei Erwachsenen sind die weitaus meisten Kreislaufstillstände auf eine primäre Schädigung des Herzens (vor allem durch den Herzinfarkt) zurückzuführen. Sehr häufig tritt dabei ein Herzkammerflimmern (Störung der elektrischen Reizleitung) auf.

**4.5.2 Vorgehensweise beim Auffinden einer leblosen Person**

Handlungsleitend beim Auffinden einer leblosen Person ist die Überprüfung der menschlichen Lebensfunktionen. Im Vordergrund stehen hierbei für den Ersthelfer die Überprüfung von Bewusstsein und Atmung. Zusätzlich soll auch auf sonstige Lebenszeichen, wie Husten und Bewegungen, geachtet werden. Von Bedeutung ist wegen der Vorteile einer frühen Defibrillation des Herzens das **sofortige Absetzen eines Notrufs** (möglichst durch einen weiteren Helfer), damit der Rettungsdienst möglichst schnell zur Stelle ist. Das Ablaufschema zeigt das Verhalten des Ersthelfers bei Notfällen mit leblosen Personen im Überblick. Die vorgegebene Reihenfolge ermöglicht eine schnelle und gute Hilfe für die in Not geratene Person. Als Ersthelfer sollte man sich dieses Schema daher gut einprägen.



### 4.5.3 Die einzelnen Teilbereiche der Wiederbelebung

#### **Kontrolle des Bewusstseins**

Das Bewusstsein einer Person wird durch lautes Ansprechen und gleichzeitiges Rütteln an der Schulter kontrolliert.

Ist die Person erweckbar und reagiert "normal" auf das Ansprechen, so muss Hilfe entsprechend der Notwendigkeit geleistet werden. Hierzu können zum Beispiel das regelmäßige Überprüfen der Lebensfunktionen, die Betreuung oder die Versorgung von Wunden gehören.

Ist die Person bewusstlos, so muss das Ablaufschema zum Auffinden von Personen fortgeführt werden.

#### **„Hilfe!“ rufen**

Wird festgestellt, dass der Patient nicht ansprechbar ist, laut und vernehmlich um „Hilfe!“ rufen, um andere Personen auf die Notsituation aufmerksam zu machen.

#### **Atemwege freimachen und Atemkontrolle**

Zur Durchführung der Atemkontrolle wird die Person zunächst in Rückenlage gebracht (so weit sie noch nicht auf dem Rücken liegt). Anschließend wird sofort der Hals des Bewusstlosen vorsichtig überstreckt. Dazu kniet man neben dem Kopf des Bewusstlosen und fasst mit einer Hand dessen Kinn an. Die andere bringt man an dessen Stirn-Haar-Grenze.

Im Anschluss daran wird die eigentliche **Atemkontrolle** nach der Methode

#### **SEHEN – HÖREN – FÜHLEN**

durchgeführt.

Es wird durch Überbeugen des eigenen Kopfes über Mund und Nase des Bewusstlosen und mit Blickrichtung zu dessen Brustkorb,

- gesehen, ob sich der Brustkorb bewegt,
- gehört, ob Atemgeräusche vorhanden sind und
- mit der Wange gefühlt, ob ein Luftzug vorhanden ist.

Die reine Atemkontrolle sollte **10 Sekunden lang** durchgeführt werden, um auch eine langsame Atmung feststellen zu können.

#### **Notruf absetzen**

Ist keine normale Atmung feststellbar oder bestehen Zweifel daran, wird jetzt der Notruf veranlasst oder selbst durchgeführt. Über die Notrufnummer **112** werden die Rettungskräfte alarmiert.

#### **Einleitung der Herz-Lungen-Wiederbelebung (HLW)**

Die Herz-Lungen-Wiederbelebung (HLW) beginnt mit *30 Herzdruckmassagen (HDM)*, gefolgt von *2 Beatmungen*. Der Druckpunkt liegt in der Mitte des Brustkorbs auf dem unteren Drittel des Brustbeins. Die HLW wird im Rhythmus **30:2** kontinuierlich fortgeführt.

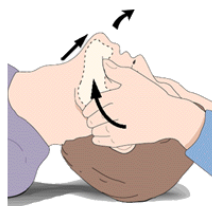
Ersthelfer werden nicht in speziellen **Methoden zur Beseitigung von Fremdkörpern** ausgebildet, da die Atemwege meistens durch den zurückfallenden Zungengrund verlegt werden. Dieser wird durch das Überstrecken des Halses wieder in die normale Position gebracht. Fremdkörper sollen nur dann aus dem Mundraum entfernt werden, wenn sie direkt sichtbar sind (z. B. Erbrochenes, 3. Zähne) oder wenn eine Beatmung trotz korrektem Halsüberstrecken nicht möglich ist.



Zum Öffnen des Mundes kann der Esmarch'sche Handgriff eingesetzt werden, wobei man nicht versuchen sollte, den Mund mit "Brachialgewalt" zu öffnen.

### Atemspende

Die Beatmung sollte **nicht stoßweise** erfolgen; wichtig ist die **Überstreckung des Halses** bei der Beatmung; der **Druck** sollte **langsam aufgebaut** werden, weil bei zu starker und schneller Beatmung Luft in den Magen eindringt und es so zu einer "Überblähung" mit anschließendem Erbrechen kommt. Die **Dauer pro Beatmung** sollte etwa **2 Sekunden** betragen. Es sollte immer zuerst versucht werden, eine Mund-zu-Nase-Beatmung durchzuführen. Ist dies nicht möglich, so muss die Mund-zu-Mund-Beatmung durchgeführt werden.



Der Grund für die Bevorzugung der Mund-zu-Nase-Beatmung liegt im Körperbau des Menschen. Bei der Mund-zu-Nase-Beatmung ist die Luftleitung mehr auf die Luftröhre gerichtet als bei der Mund-zu-Mund-Beatmung, wo sie mehr auf die Speiseröhre gerichtet ist. Dort sollte die Luft aber gerade nicht hin gelangen. Außerdem wird der Beatmungsdruck in der Nase durch die Nasenmuscheln etwas gedämpft. Dies trägt zu einer Verringerung der Gefahr der Magenüberblähung bei. Grundsätzlich gilt, dass die Atmung über die Nase der natürlichere Weg ist. Zusätzlich bestehen hygienische Vorteile.

**Ein ausreichendes Beatmungsvolumen ist dann erreicht, wenn sich der Brustkorb sichtbar hebt**, was beim Erwachsenen einem Luftvolumen von 700 bis 1000 ml pro Beatmung entspricht. Beatmungsvolumina darüber sind in der Regel unnötig und führen nur zu einem frühzeitigen Ermüden des Atemspenders und zu einem vermehrten Lufteinstrom in den Magen.

Der Helfer kniet seitlich am Kopf der Person und überstreckt ihren Hals. Der Daumen der Hand am Kinn verschließt den Mund der Person mit Atemstillstand durch Hochschieben der Unterlippe. Anschließend wird die Nase der Person mit dem Mund des Helfers abgedichtet und Luft in die Person eingeblasen. Gleichzeitig sollte kontrolliert werden, ob sich der Brustkorb des Verletzten beim Beatmen hebt und senkt (Wirksamkeitskontrolle). **Nach jeder Beatmung muss der Kopf des Beatmers**





**deutlich vom Gesicht des Verletzten abgehoben werden, damit genügend Frischluft eingeatmet wird. Es ist darauf zu achten, dass der Hals der Person überstreckt bleibt, und dass ihr Mund geöffnet wird, damit die Luft passiv entweichen kann.** Die nächste Beatmung beginnt erst, wenn die Person vollständig ausgeatmet hat.

### **Herz-Lungen-Wiederbelebung**

**Wenn der klinische Tod bei einer Person festgestellt wurde, d. h. die Person ist bewusstlos, hat keine Eigenatmung und weist keine sonstigen Lebenszeichen auf, dann muss sofort die Herz-Lungen-Wiederbelebung (HLW) durchgeführt werden.**

Durch die HLW versucht man, in den ersten entscheidenden Minuten, das Absterben von Gehirnzellen durch Sauerstoffmangel zu verhindern bzw. zu verlangsamen. Durch Beatmung und Herz-Druckmassage kann ein Minimalkreislauf aufrecht erhalten werden ("Notkreislauf"), der das Gehirn noch mit Sauerstoff versorgen kann. Durch die von Ersthelfern frühzeitig ausgeführte HLW wird die Zeit bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes überbrückt und die Überlebenschance der betroffenen Person erhöht. Bei der HLW werden Beatmung und Herzkompression (über Druckausübung auf das Brustbein) im Wechsel ausgeführt, wodurch einerseits die Sauerstoffbelüftung der Lungen gesichert und andererseits der Sauerstofftransport über das Blut gewährleistet wird.

Die Person muss in Rückenlage auf dem Boden gelagert werden. Nachdem der Atem- und Kreislaufstillstand (keine Atmung und keine sonstigen Lebenszeichen) festgestellt wurde, wird anschließend direkt der **Druckpunkt für die Herz-Druckmassage** auf dem Brustbein aufgesucht. Dazu wird folgendermaßen vorgegangen:

1. Oberkörper freimachen (Kleidung schnell öffnen, hochschieben oder auftrennen), Retter kniet seitlich neben dem Opfer (in Schulter- / Brusthöhe).
2. Mit Zeige- und Mittelfinger der ersten Hand (Daumen der Hand zeigt zum Kopf der Person) am Rippenbogen entlang gleiten bis zu der Stelle, wo Rippen und Brustbein zusammentreffen.
3. Der Mittelfinger kennzeichnet diese Stelle, der Zeigefinger wird darüber auf das Brustbein gelegt.
4. Dann den Handballen der anderen Hand (Druckhand) kopfwärts daneben aufsetzen.

**Der so gefundene Druckpunkt liegt etwa in der Mitte der unteren Brustbeinhälfte.** Es ist darauf zu achten, dass die untere Druckhand ihre Position nicht verändert, damit der Druckpunkt beibehalten wird. **Nachdem die untere Druckhand positioniert ist, wird die erste Hand genau auf die untere gesetzt.** Gleichzeitig greifen die Finger der oberen Hand zwischen den Fingern



der unteren Hand durch und heben so die Finger der unteren Hand vom Brustkorb ab. Hierdurch wird gewährleistet, dass der Druck nur mit der Fläche des unteren Handballens ausgeübt wird (zentraler Punkt).

Anschließend werden die **Arme durchgestreckt** und die **Schultern** möglichst **senkrecht über den Druckpunkt** gebracht. Die Arme müssen gestreckt bleiben, da der Druck nur durch Gewichtsverlagerung des Oberkörpers / Rückens - nicht aber durch "pumpen" mit den Oberarmen - erzeugt werden soll. Durch die gestreckten Arme muss sich der Retter weniger anstrengen, wodurch er weniger schnell ermüdet. Nun beginnt der Retter mit der Herz-Druckmassage.

15-mal hintereinander wird das Herz zwischen Brustbein und Wirbelsäule zusammengedrückt, wodurch jedes Mal Blut in den Körper gepumpt wird. Die Eindringtiefe beim Erwachsenen soll etwa 4 - 5 cm betragen (entspricht ca. 1/3 des Brustkorbdurchmessers). Es ist weiterhin zu beachten, dass die einzelnen der **30 Kompressionen in gleichen Abständen**, durchgeführt werden. Sie sollen **nicht stoßweise, sondern wellenförmig** ausgeführt werden (**Belastungsphase = Entlastungsphase**), damit das Herz genug Zeit hat, sich neu zu füllen. Während der Entlastungsphase muss der Brustkorb vollständig entlastet werden, ohne den Handballen der Druckhand vom Brustkorb abzuheben.

Die Dauer der 30 Herz-Druckmassagen soll 18 Sekunden betragen. (Dies entspricht einer Frequenz von 100 pro Minute, in Verbindung mit den Beatmungspausen ergibt sich so eine Herzfrequenz von ca. 60 pro Minute.)

Nach der Herz-Druckmassage wird die Atemspende durchgeführt. Der Retter beugt sich Richtung Kopf und beatmet zweimal. Beatmung und Wechsel dürfen zusammen nicht mehr als 5 Sekunden dauern (Unterbrechung der Herzdruckmassage nie länger als 5 Sekunden). Nun ist ein Zyklus abgeschlossen. **Das Verhältnis von Kompressionen zu Beatmungen beträgt also 30 zu 2.**

**Die HLW wird solange ohne Unterbrechung durchgeführt, bis der Rettungsdienst eintrifft, bis wieder Eigenfunktionen beim Erkrankten vorhanden sind oder bis man erschöpft ist (Ablösung durch andere geeignete Helfer).**

Die Entscheidung, dass eine Person nicht mehr (weiter) wiederbelebt werden braucht (weil zwecklos / biologisch tot), darf nur ein Arzt treffen!

#### 4.5.4 Zusatzwissen

##### **Zweihelfer - Methode**

Die HLW lässt sich auch von zwei Rettern ausführen. Der Vorteil besteht darin, dass das Verfahren für den einzelnen Helfer weniger anstrengend ist. Die Zweihelfer - Methode **erfordert** aber eine **Abstimmung zwischen den beiden Rettern** und sollte daher nur von geübten Personen ausgeführt werden.

Das Vorgehen ist das gleiche wie bei der Einhelfer - Methode. Das Verhältnis von Kompressionen zu Beatmungen beträgt ebenfalls 30 zu 2.

Der eine Retter übernimmt die Beatmung, der andere die Herz-Druckmassage. **Zur besseren Abstimmung** sollte der Retter, der die Herz-Druckmassage durchführt, **laut zählen**. Nach 30 Kompressionen erfolgen 2 Beatmungen; die vollständige Ausatmung braucht vor der nächsten Kompression nicht abgewartet werden, da sie durch die einsetzende Kompression beschleunigt wird.

#### **Komplikationen bei der HLW**

Durch einen falschen Druckpunkt kann es zu **Rippenbrüchen** kommen. Deshalb ist es wichtig, den Druckpunkt richtig aufzusuchen. Bei älteren Menschen können Rippenbrüche auch bei richtigem Druckpunkt auftreten, weil der Brustkorb im Laufe des Lebens zunehmend steifer wird. Treten Rippenbrüche auf, so muss die HLW trotzdem fortgeführt werden!

Durch zu schnelles oder zu kräftiges Beatmen kann es zur **Magenüberblähung mit Erbrechen** kommen. Die richtige Beatmung verringert die Gefahr des Erbrechens! Bei Ertrinkungsopfern kommt es aufgrund des geschluckten Wassers im Magen sehr viel schneller zum Erbrechen.

Ein **nicht richtig überstreckter Hals** führt dazu, dass die Beatmung nur schwer möglich ist. Zudem ist die Beatmung dann nicht wirkungsvoll.

#### **Hilfsmittel**

Bei der Beatmung können Hilfsmittel eingesetzt werden, die einen direkten Kontakt mit dem Bewusstlosen vermeiden. Ein leicht zu verwendendes Hilfsmittel ist die Laerdal<sup>®</sup>-Taschenmaske. Um im Alltag ständig ein Hilfsmittel zur Verfügung zu haben, hat die Firma Ambu<sup>®</sup> den Life-Key<sup>®</sup> (eine Folie mit Ventil) entwickelt, der aufgrund seiner Ausmaße problemlos am Schlüsselbund befestigt werden kann. Neben diesen Hilfen gibt es noch eine Reihe weiterer Geräte auf dem Markt, die für den Laien weniger zu empfehlen sind. Im Bereich des Wasserrettungsdienstes können gelegentlich Beatmungsbeutel (z. B. Ambu<sup>®</sup>-Beutel oder Combi-Bag<sup>®</sup>) vorhanden sein. Diese Geräte erfordern vom Anwender ein entsprechendes Training!

## **4.6 Häufige Erkrankungen beim Tauchen**

### 1. Erkältungen

**Nie nass und frierend herumstehen!!!**

### 2. Infektionen

### **Äußerer Gehörgang:**

Nasse und schmutzige Ohren bieten Bakterien und Pilzen ideale Lebensbedingungen. Nasse Ohren vorsichtig trocknen, im Meer eventuell mit sauberem Wasser spülen. Bei Entzündungen möglichst rasch einen Arzt aufsuchen.

### **Augen:**

Auftretende Reizungen und Entzündungen sind durch den Arzt desinfizieren und behandeln zu lassen.

### **Haut:**

Feuchte und schmutzige Anzüge begünstigen die Ansiedlung von Keimen. Die Körperpflege und die Reinigung des Anzugs ist unerlässlich.

3. Magen-Darm-Störungen:

### **Infekte:**

Sind bei Aufenthalt in schmutzigen Gewässern nicht selten. Nur Trinkwasser trinken!

### **Falsche Ernährung:**

Meide:

- blähende Speisen
- schwer verdauliche Speisen
- Medikamente (Rücksprache mit Arzt)
- Alkohol
- übermäßigen Nikotingenuss

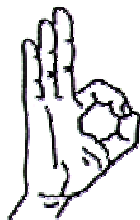
## 5. Besonderheiten des Tauchens

### 5.1 Zeichensprache

Die Verständigung unter Wasser erfolgt mittels Handzeichen, die international gebräuchlich sind. Jeder Taucher muss sie beherrschen, um seinen Partner angeben zu können, wenn zum Beispiel etwas nicht in Ordnung ist. Ein Taucher, der seinem Partner ein Zeichen macht, versteht dies als Aufforderung oder als Frage. Er erwartet von seinem Partner eine Reaktion oder eine Bestätigung.

Die wichtigsten Zeichen und die erwarteten Reaktionen sind hier beschrieben.

**Präge sie Dir ein !!!**



**Okay-Zeichen:**

Frage: Alles in Ordnung?  
Antwort: Jawohl, alles in Ordnung  
Oder: Habe verstanden



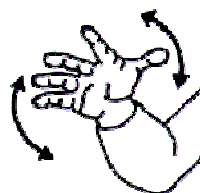
**Auftauchen:**

Aufforderung oder Frage  
Antwort: Okay oder Nein



**Abtauchen:**

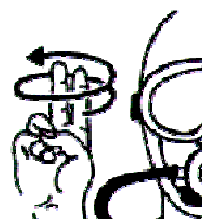
Aufforderung oder Frage  
Antwort: Okay oder Nein



**Etwas ist nicht in Ordnung:**

Sofort Körper- & Blickkontakt herstellen  
Blickrichtung zum Boden

Richtige Reaktion entsprechend dem  
Folgezeichen (Ohr, Kälte, Krampf:  
Faust am verkrampften Muskel)



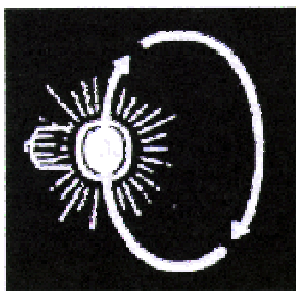
**Ich habe keine Luft mehr:**

Den Aufstieg einleiten, Blickrichtung landwärts

**Mir ist schwindelig:**

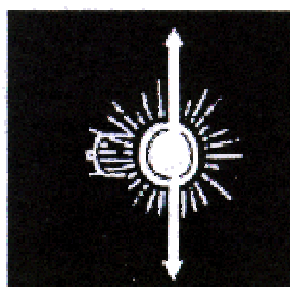
Körper-, Blick-, und Grundkontakt  
Den Partner stützen  
Einige Meter auftauchen  
Ganz auftauchen falls nicht i.O.

## 5.2 Lichtzeichen



**OK-Zeichen mit der Taschenlampe**

Wird in den Seen oder beim Nachttauchgang eingesetzt



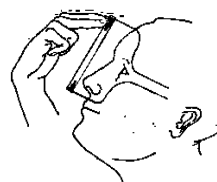
**Nicht-OK mit der Taschenlampe**

Wird in den Seen oder beim Nachttauchgang eingesetzt

## 5.3 Entwässern der Tauchbrille

Trotz korrekten Sitzes der Tauchbrille kann Wasser eindringen, im Extremfall kann sie sogar volllaufen, was zu Orientierungsschwierigkeiten des Tauchers führen kann. Eine der wichtigsten taucherischen Fertigkeiten ist daher das Entwässern der Tauchbrille und sogar das Anlegen der gesamten Taucher-Grundausrüstung unter Wasser.

Wir legen den Kopf in den Nacken, blicken zur Wasseroberfläche, drücken die Tauchbrille oben leicht gegen die Stirn und atmen durch die Nase aus. Die Luftblase, die sich dabei bildet, und die zunehmend größer wird, drückt das Wasser aus der Tauchbrille nach unten heraus.



## 6. Schnorcheltauchprüfung

### 6.1 Prüfungsordnung des DSTA

#### Voraussetzungen:

- Mindestalter 12 Jahre
- Tauchtauglichkeit
- Deutsches Rettungsschwimmabzeichen in Bronze

#### Praktische Prüfung

- 600 m Flossenschwimmen (je 200 m Bauch-, Rücken- und Seitlage)
- 200 m Flossenschwimmen mit einer Flosse und Armbewegung
- 30 m Streckentauchen ohne Startsprung 30 Sekunden Zeittauchen
- in mindestens 3 m Tiefe Tauchbrille abnehmen, wieder aufsetzen und ausblasen
- dreimal innerhalb von einer Minute 3 m Tieftauchen
- Kombinierte Übung:
  - 50 m Flossenschwimmen in Bauchlage mit Armtätigkeit;
  - einmal 3 bis 5 m Tieftauchen und Heraufholen eines 5 kg Tauchringes;
  - 50 m Schleppen eines Partners
  - 3 Minuten Vorführen der HLW

#### Theoretische Prüfung

- Schriftliche Prüfung
- Demonstration und Erläuterung der wichtigsten Unterwasserzeichen (Pflichtzeichen)

## 7. Anhang

### 7.1 Zur Übung ein paar Prüfungsfragen

**Wie verhält sich das Volumen eines Gases bei abnehmenden Umgebungsdruck?**

- es wird größer
- es bleibt gleich
- es nimmt ab

**Wie viel % Sauerstoff enthält die atmosphärische Luft?**

- 16 %
- 25 %
- 21 %
- 78 %
- 03 %

**Wie erscheint ein im Wasser befindlicher Gegenstand einem Taucher?**

- weiter weg und größer
- Näher und kleiner
- Weiter weg und kleiner
- Näher und größer

**In welcher Wassertiefe herrscht ein Druck von 3,2 bar?**

- 32m
- 320m
- 16m
- 22m
- 64m

**Welcher Druck herrscht in 15m Wassertiefe?**

- 0,5 bar
- 1,5 bar
- 2,5 bar
- 1,15 bar
- 15 bar

**Wie nehmen wir Farben unter Wasser wahr?**

- rot ist als Farbe in 10m Tiefe kaum noch zu erkennen
- Unter Wasser sind generell keine Farben zu erkennen
- Blau ist als Farbe in 10m Tiefe kaum noch zu erkennen
- Die Farben sind unter Wasser unverändert sichtbar

**Wie groß ist der Partialdruck (Teildruck) des Sauerstoffs in Meereshöhe?**

- 1 bar
- 0,42 bar
- 0,21 bar
- 0,63 bar
- 2 bar

**Wasser leitet die Wärme**

- besser als Luft
- schlechter als Luft
- genauso gut wie Luft
- überhaupt nicht



**Die Schallgeschwindigkeit in der Luft beträgt ca. 340 m/s. Unter Wasser ist sie etwa**

- halb so groß wie in der Luft
- gleich groß wie in der Luft
- viermal so groß wie in der Luft
- zehnmal so groß wie in der Luft

**In welche Abschnitte wird das Ohr unterteilt?**

- Ohrmuschel, Trommelfell und Paukenhöhle
- Ohrmuschel, äußerer Gehörgang und Trommelfell
- Innen- und Außenohr
- Innen-, Mittel- und Außenohr
- Äußeren Gehörgang und Mittelohr

**Was soll durch die Atmung bewirkt werden?**

- Versorgung der Gewebe mit Stickstoff
- Sauerstoffaufnahme und Kohlendioxidabgabe der einzelnen Gewebe
- Die Aufnahme von Kohlendioxid
- Transport des Sauerstoffs von den Zellen zur Lunge
- Der Abtransport des Stickstoffs aus den Geweben

**Bei einem nicht korrekt ausgeführten Druckausgleich des Mittelohres kann es zu**

- Gehörgangsentzündung kommen
- einem Maskenbarotrauma kommen
- einem Trommelfellriss kommen
- einer Verlegung der Eustachischen Röhre (Tube) kommen

**Wodurch kann es beim Streckentauchen zu einer Ohnmacht unter Wasser ohne vorherigen Atemreiz kommen?**

- Durch Erkältung
- Durch zu schnelles Schwimmen
- Durch versäumten Druckausgleich
- Durch einen zu langen Schnorchel
- Durch Hyperventilation vor dem Abtauchen

**Der Schnorchel soll**

- In die Tauchmaske eingearbeitet sein
- Ein Ventil haben, dass beim Abtauchen automatisch schließt
- Aus schwimmendem Material gefertigt sein
- Ein Ausblasventil besitzen
- Eine maximale Gesamtlänge von 35cm besitzen