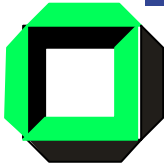
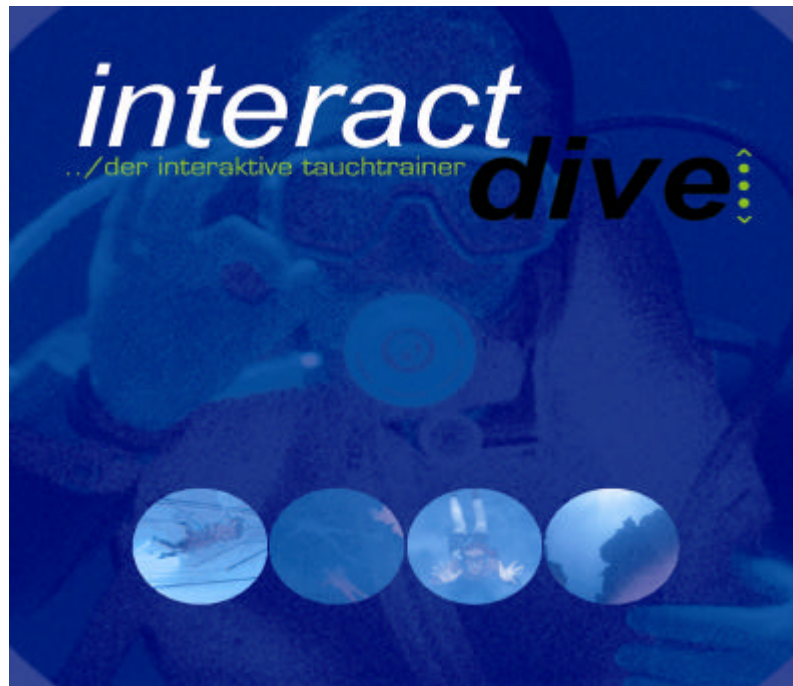


Manual zum universitären interaktiven Lehr-  
und Lernprogramm

# Tauchen



Universität Karlsruhe (TH)

Institut für Sport und Sportwissenschaft



Zentrum für multimediale Lern- und Lehrprogramme

[www.biopren.de](http://www.biopren.de)

Thomas Baumgärtner

Thomas.Baumgaertner@geist-soz.uni-karlsruhe.de

# Tauchen

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>VORAUSSETZUNGEN</b>	<b>10</b>
<b>FASZINATION TAUCHEN</b>	<b>12</b>
<b>I.1. DIE UNTERWASSERWELT</b>	<b>15</b>
I.1.1. Auf- und Abtrieb	15
I.1.2. Die Dichte	16
I.1.3. Das Lungenvolumen	17
I.1.4. Der Luftdruck / Wasserdruck	17
<b>I.2. DIE LUFTGEFÜLLTEN HOHLRÄUME</b>	<b>20</b>
I.2.1. Ohren	20
I.2.2. Nasennebenhöhlen	21
<b>I.3. DRUCKAUSGLEICH</b>	<b>22</b>
<b>I.4. DAS ABC-TAUCHEN</b>	<b>23</b>
I.4.1. Die ABC-Ausrüstung	23
I.4.2. Kauf der ABC-Ausrüstung	27
I.4.3. Anziehen der ABC-Ausrüstung	28
I.4.4. Schwimmen mit der ABC-Ausrüstung	28
I.4.5. Abtauchen mit Druckausgleich	30
I.4.6. Abtauchen – Auftauchen	30
I.4.7. Tauchen	31
<b>II.1. AUSWIRKUNGEN DER DRUCKABNAHME BEIM TAUCHEN</b>	<b>34</b>
II.1.1. Die Umkehrblockierung	35
II.1.2. Auswirkungen der zunehmenden Luftdichte	35
<b>II.2. DIE TAUCHAUSRÜSTUNG</b>	<b>36</b>

# **INHALTSVERZEICHNIS**

---

II.2.1. Die Rettungs- und Tarierweste/ Jackets	36
II.2.2. Die Druckluftflasche / Pressluftflasche	39
II.2.3. Das Flaschenventil	41
II.2.4. Der Lungenautomat / Atemregler	43
II.2.5. Tauchanzüge	48
II.2.6. Bleigurt mit Gewichtsstücken	53
II.2.7. Finimeter / Unterwasser Manometer	54
II.2.8. Füßlinge	55
<b>II.3. ZUSAMMENBAU DER AUSRÜSTUNG</b>	<b>55</b>
<b>II.4. ANLEGEN DER AUSRÜSTUNG</b>	<b>60</b>
<b>II.5. AUSRÜSTUNGSKONTROLLE</b>	<b>62</b>
<b>II.6. PFLEGE DER AUSRÜSTUNG</b>	<b>63</b>
<b>II.7. DIE UNTERWASSERZEICHEN</b>	<b>63</b>
<b>II.8. DAS PARTNERSYSTEM</b>	<b>66</b>
<b>II.9. GERÄTEGEWÖHNUNG</b>	<b>67</b>
II.9.1. Aufblasen und Entleeren des Jackets	67
II.9.2. Ausblasen des Lungenautomaten	68
II.9.3. Wiedererlangen des Lungenautomaten	69
II.9.4. Maske ausblasen	70
II.9.5. Gebrauch der Flossen	70
II.9.6. Neutrale Tarierung an der Oberfläche	71
II.9.7. Druckausgleich	71
II.9.8. Der Abstieg	71
II.9.9. Der Aufstieg	72
<b>II.10. AUSRÜSTUNG DEMONTIEREN</b>	<b>72</b>
<b>II.11. DIE ATEMLUFT</b>	<b>73</b>
<b>II.12. DAS GESETZ VON DALTON</b>	<b>73</b>
<b>II.13.1. DAS GESETZ VON HENRY - I</b>	<b>74</b>
<b>II.13.2. DAS GESETZ VON HENRY - II</b>	<b>75</b>
<b>III.1. ANPASSUNG AN DIE UNTERWASSERWELT</b>	<b>78</b>

# **INHALTSVERZEICHNIS**

---

III.1.1. Sehen unter Wasser	78
III.1.2. Hören unter Wasser	80
III.1.3. Wärmeverlust im Wasser	81
<b>III.2. DER WÄRMEHAUSHALT</b>	<b>82</b>
III.2.1. Temperaturregelung	83
III.2.3. Hypothermie	84
III.2.4. Was ist von allgemeinem Interesse?	85
<b>III.3. BEWEGUNG UNTER WASSER</b>	<b>85</b>
<b>III.4. DIE ATMUNG</b>	<b>86</b>
III.4.1. Anatomie der Lunge	87
III.4.2. Atemarbeit	88
III.4.3. Funktion der Atemwege	88
III.4.4. Physiologie der Atmung	88
III.4.5. Atemwerte	89
III.4.6. Der Gasaustausch	89
III.4.7. Hyperventilation	90
III.4.8. Das Atmen beim Tauchen	90
<b>III.5. ALTERNATIVE LUFTVERSORGUNGEN</b>	<b>92</b>
<b>III.6. TAUCHINSTRUMENTE/ AUSRÜSTUNG II</b>	<b>93</b>
III.6.1. Der Tiefenmesser	93
III.6.2. Der Kompass	94
III.6.3. Die Taucheruhr	95
III.6.4. Tauchcomputer / Dekompressiometer	96
III.6.5. Die Konsolen	97
III.6.6. Die Taucherflagge	98
<b>III.7. TAUCHPHYSIK II -TEMPERATUR - UND VOLUMENÄNDERUNG</b>	<b>98</b>
III.7.1 Das Gesetz von Gay - Lussac - I	98
III.7.2. Das Gesetz von Gay - Lussac - II	99
III.7.3. Die allgemeine Gasgleichung	100
<b>III.8. SCHWIMMBADLEKTION 3</b>	<b>100</b>
III.8.1. Der Einstieg	100

# **INHALTSVERZEICHNIS**

---

III.8.2. Wechsel von Schnorchel auf den Lungenautomaten	103
II.8.3. Tauchen ohne Maske	103
III.8.4. Tarierung	105
III.8.5. Behandlung eines Krampfes	105
III.8.6. Der ermüdete Taucher	106
III.8.7. Der Ausstieg	108
<b>IV.1. TAUCHGANGSPLANUNG</b>	<b>110</b>
IV.1.1. Vorausplanung	110
IV.1.2. Vorbereitung	110
IV.1.3. Vorbereitung in letzter Minute	112
IV.1.4. Planung am Tauchplatz	112
IV.1.5. Das Briefing	114
IV.1.6. Anlegen der Ausrüstung und Buddycheck	114
IV.1.7. Tauche nach Plan	115
<b>IV.2. PROBLEM-MANAGEMENT</b>	<b>115</b>
IV.2.1. Erste Hilfe beim Tauchen	116
IV.2.2. Probleme unter Wasser	116
IV.2.3. Probleme an der Oberfläche	118
IV.2.4. Der bewusstlose Taucher	119
<b>IV.3. TAUCHAUSRÜSTUNG III</b>	<b>120</b>
IV.3.1. Handschuhe	120
IV.3.2. Kopfhaube	121
IV.3.3. Tauchermesser	121
IV.3.4. Logbücher	122
IV.3.5. Die Tauchtabelle	123
<b>IV.4. TAUCHPHYSIOLOGIE II</b>	<b>124</b>
IV.4.1. Der Blutkreislauf	124
IV.4.2. Kreislauf	125
IV.4.3. Kreislauf, Atmung und Tauchen	125
IV.4.4. Ernährung und Tauchen	126
<b>IV.5. DAS HERZ</b>	<b>126</b>
IV.5.1. Funktionsweise des Herzens	127

# **INHALTSVERZEICHNIS**

---

IV.5.2. Automatie des Herzens	128
IV.5.3. Die Herzfrequenz	128
IV.5.4. Herznerven	129
IV.5.5. Schlagvolumen	129
IV.5.6. Herzmechanik	129
IV.5.7. Blutdruck	129
IV.5.8. Besonderheiten	130
<b>IV.6. SCHWIMMBADLEKTION 4</b>	<b>130</b>
IV.6.1. Neutrale Tarierung unter Wasser	131
IV.6.2. Pivoting	132
IV.6.3. Alternative Luftversorgung	133
IV.6.4. Abblasender Lungenautomat	134
IV. 6.5. Kontrolliert schwimmender Notaufstieg	135
<b>V. 1. TAUCHUMGEBUNG</b>	<b>137</b>
V.1.1. Wassertemperatur	137
V.1.2. Strömungen	138
V.1.3. Bodenbeschaffenheit	138
V.1.4. Sichtweiten unter Wasser	139
V.1.5. Unterwasserlebewesen	139
V.1.6. Sonneneinstrahlung	141
<b>V.2. SÜßWASSER UND SALZWASSER</b>	<b>142</b>
V.2.1. Tauchen im Meer	142
<b>V.3. TAUCHAUSRÜSTUNG IV</b>	<b>143</b>
V.3.1. Tauchlampen / Unterwasserlampen	143
V.3.2. Unterwasser Schreibtafeln	143
V.3.3. Der Kompressor	144
V.3.4. Hebesäcke	145
V.3.5. Rollen / Spulen	145
V.3.6. Die Verbindungsleine (Buddy-Leine)	145
V.3.7. Bojen	146
<b>V.4. LUFT UND TAUCHEN</b>	<b>146</b>
V.4.1. Atmen von Luft in der Tiefe	146

# INHALTSVERZEICHNIS

---

V.4.2. Verunreinigte Luft	148
V.4.3. Stickstoffvergiftung (Tiefenrausch / Stickstoffnarkose)	149
V.4.4. Kohlendioxidvergiftung	150
V.4.5. Kohlenmonoxidvergiftung	150
V.4.6. Sauerstoffvergiftung	151
<b>V.5. TAUCHTABELLEN</b>	<b>151</b>
V.5.1. Einführung	151
V.5.2. Allgemeine Regeln für die Verwendung des "Recreational Dive Planner", PADI's "Tauchgang-Planer für Sporttaucher"	153
V.5.3. Be a S.A.F.E. Diver - Slowly Ascend From Every Dive Tauche nach jedem Tauchgang langsam auf	Sei ein sicherer Taucher - 155
V.5.4. Die Verwendung des "Recreational Dive Planner"	156
V.5.5. Das Zeichnen des Tauchprofils	160
V.5.6. Planung mehrfacher Wiederholungstauchgänge	161
V.5.7. Spezielle Regeln für mehrfache Wiederholungstauchgänge	163
<b>V.6. TAUCHMEDIZIN</b>	<b>164</b>
V.6.1. Medikamente beim Tauchen	164
V.6.2. Rauchen	164
V.6.3. Alkohol	164
V.6.4. Opiate, Kokain, Extasy, LSD	164
V.6.5. Stimmritzenverschluss	165
V.6.6. Seekrankheit	165
<b>V.7. SCHWIMMBADLEKTION 5</b>	<b>166</b>
V.7.1. Tarierungskontrolle (Schweben)	166
V.7.2. Wechselatmung	167
V.7.3 Tauchgerät ablegen und wiedererlangen	168
V.7.4. Tauchgerät antauchen	170
<b>VI.1. DIE KOMPASSNAVIGATION</b>	<b>173</b>
<b>VI.2. GESUNDHEIT</b>	<b>174</b>
<b>VI.3. BAROTRAUMEN I</b>	<b>176</b>
VI.3.1. Barotrauma der Nasennebenhöhlen	176
VI.3.2. Barotrauma des Mittelohrs	177
VI.3.3. Barotrauma des Innenohrs	177

## **INHALTSVERZEICHNIS**

---

VI.3.4. Barotrauma des Gehörgangs	178
VI.3.5. Barotrauma der Zähne	179
VI.3.6. Barotrauma der Augen	179
VI.3.7. Barotrauma der Haut	180
VI.3.8. Barotrauma des Verdauungstrakts	180
<b>VI.4. BAROTRAUMEN DER LUNGE</b>	<b>180</b>
VI.4.1. Lungenbarotrauma beim Schnorcheltauchen	180
VI.4.2. Lungenüberdehnungsverletzungen beim Gerätetauchen	181
VI.4.3. Luftembolie	182
VI.4.4. Pneumothorax (Lungenkollaps)	182
VI.4.5. Mediastinalemysem	183
VI.4.6. Subkutanes Emphysem	184
VI.4.7. Lungenüberdehnungsverletzungen und Rauchen	184
VI.4.8. Behandlung von Lungenüberdehnungsverletzungen	184
<b>VI.5. DEKOMPRESSIONSKRANKHEIT (CAISSONKRANKHEIT)</b>	<b>185</b>
VI.5.1. Unterschiedliche Typen von Dekompressionskrankheiten	186
VI.5.2. Haut-Dekompressionskrankheit	186
VI.5.3. Gelenk- und Glieder- Dekompressionskrankheit	187
VI.5.4. Neurologische Dekompressionskrankheit	187
VI.5.5. Lungen-Dekompressionskrankheit	187
VI.5.6. Behandlung von Dekompressionskrankheiten	187
<b>VI.6. SCHWIMMBADLEKTION 6</b>	<b>189</b>
VI.6.1. An- und Ablegen des Bleigurts	189
VI.6.2. Retten eines bewusstlosen Tauchers mit Gerät	191
VI.6.3. Retten eines bewusstlosen Tauchers ohne Gerät	191
VI.6.4. Simulationsübung: Die Luft geht zu Ende	192
<b>VI.7. TABELLE II</b>	<b>193</b>
VI.7.1. Recreational Dive Planner - Besonderheiten	193
VI.7.2. Höhenbegrenzungen, Fliegen nach dem Tauchen, Kalte und anstrengende Bedingungen	195
VI.7.3. Finden einer Mindest-Oberflächenpause mit dem Recreational Dive Planner	196
VI.7.4. Wiederholung der Tauchtabeln-Definitionen	199



## **INHALTSVERZEICHNIS**

---

<b>VI.8. DIE FREIWASSERTAUCHGÄNGE</b>	<b>202</b>
<b>VI.9. WEITERBILDUNG</b>	<b>204</b>
<b>VII.1. DIE UNTERWASSERWELT</b>	<b>206</b>
VII.1.1. Auf- und Abtrieb	206
VII.1.2. Der Luftdruck / Wasserdruck	207
VII.1.3. Wassertemperatur	207
VII.1.4. Strömungen	208
VII.1.5. Bodenbeschaffenheit	208
VII.1.6. Sichtweiten unter Wasser	208
VII.1.7. Unterwasserlebewesen	209
<b>VII.2. TAUCHMEDIZIN</b>	<b>210</b>
VII.2.1. Nasennebenhöhlen	210
VII.2.2. Wärmehaushalt	211
VII.2.3. Druckausgleich	212
VII.2.4. Hören unter Wasser	212
VII.2.5. Sehen unter Wasser	213
VII.2.6. Barotraumen	214
VII.2.7. Dekompressionskrankheit (Caissonkrankheit)	214
<b>VII.3. TAUCHPHYSIOLOGIE</b>	<b>216</b>
VII.3.1. Der Blutkreislauf	216
VII.3.2. Die Atmung	216
VII.3.3. Anatomie der Lunge	216
VII.3.4. Physiologie der Atmung	217
VII.3.5. Der Gasaustausch	218
VII.3.6. Hyperventilation	218
<b>VII.4. TAUCHAUSRÜSTUNG</b>	<b>219</b>
VII.4.1. ABC-Ausrüstung	219
VII.4.2. Der Lungenautomat / Atemregler	219
VII.4.3. Die Druckluftflasche / Pressluftflasche	220
VII.4.4. Finimeter / Unterwasser-Manometer	220
VII.4.5. Der Tiefenmesser	221
VII.4.6. Die Taucheruhr	221

## **INHALTSVERZEICHNIS**

---

VII.4.7. Tauchanzüge	222
VII.4.8. Die Rettungs- und Tarierweste/ Jackets	222
<b>VII.5. TAUCHPHYSIK</b>	<b>223</b>
VII.5.1. Das Gesetz von Boyle und Mariotte	223
VII.5.2. Das Prinzip des Archimedes	223
VII.5.3. Das Gesetz von Dalton	224
VII.5.4. Das Gesetz von Henry	224
VII.5.5. Das Gesetz von Gay - Lussac	224
<b>VII.6. UNTERWASSERZEICHEN</b>	<b>225</b>
<b>VII.7. SCHWIMMBAD</b>	<b>226</b>
VII.7.1. Ausrüstungskontrolle	226
VII.7.2. Wiedererlangen des Lungenautomaten	226
VII.7.3. Maske ausblasen	228
VII.7.4. Behandlung eines Krampfes	228
VII.7.5. Der ermüdete Taucher	229
VII.7.6. Pivoting	231
VII.7.7. Alternative Luftversorgung	232
VII.7.8. Abblasender Lungenautomat	233

# Voraussetzungen

Was brauchst Du, um Taucher zu werden?

Um Taucher werden zu können musst Du Dich an eine Tauchschule oder einen Tauchverein mit qualifizierten Tauchlehrern wenden. Diese Tauchlehrer sind berechtigt das Sporttauchen zu unterrichten und Dir ein Tauchbrevet, nach erfolgreich bestandener Prüfung in Theorie und Praxis, auszuhändigen.

In Deutschland gibt es viele verschiedene Verbände. Jeder zugelassene Verband hat die Berechtigung ein Tauchsportabzeichen abzunehmen. Die Bezeichnung der Brevets ist von Verband zu Verband unterschiedlich. Die beiden wohl bekanntesten Verbände, die auch ein Großteil der Tauchausbildung in Deutschland vornehmen ist der **VDST** (Verband Deutscher Sport Taucher) und **PADI** (Professional Association of Diving Instructors).

In allen Verbänden erhältst Du sowohl Theorie- als auch Praxisunterricht im Schwimmbad und Freiwasser. Du wirst am Ende eine Theorieprüfung ablegen und Du wirst vor Deinem Tauchlehrer Deine praktischen Fertigkeiten demonstrieren.

Da die Sicherheit beim Tauchen oberstes Gebot ist, solltest Du einige Voraussetzungen erfüllen:

### 1. Gesundheit

Dein Gesundheitszustand wird mittels einer sog. **Tauchtauglichkeitsuntersuchung** durch den Taucharzt durchgeführt. Innerhalb der „Tauchuntersuchung“ wird festgestellt, ob Du fit für das Tauchen bist.

Denke auch daran Dich durch regelmäßiges Tauchtraining und andere Sportarten fit zu halten.

### **2. Vertrautheit mit der Theorie und Technik des Tauchens**

Durch den Umgang mit der Tauchtechnik und dem Lernen der theoretischen Grundlagen bekommst Du sehr schnell Routine und bist mit den wichtigsten tauchspezifischen Kenntnissen bald vertraut.

### **3. Kenntnisse über den menschlichen Organismus**

Die Grundkenntnisse in Anatomie, Physiologie und Tauchmedizin bekommst Du innerhalb Deines Unterrichts vermittelt. Diese Kenntnisse sind ein Sicherheitsfaktor beim Tauchen und sollten sorgfältig wiederholt werden. Du solltest auch über Gefahren beim Tauchen Bescheid wissen, um diese zu vermeiden oder angemessen zu reagieren.

Wichtig ist, dass Du sowohl die **Tauchregeln** immer beachtest, als auch die Anweisungen Deines Tauchlehrers befolgst.

Die aufgestellten Tauchregeln bieten Tauchern und Unterwasserwelt die notwendige Sicherheit.

Die Anweisungen Deines Tauchlehrers dienen dazu Dir das Tauchen beizubringen und Deine Sicherheit zu gewährleisten.

Thomas Baumgärtner

**PADI** IDC STAFF INSTRUCTOR (OWSI, MFA, MSDT, Nitrox, Speciality),

**CMAS** Tauchlehrer

# Faszination Tauchen

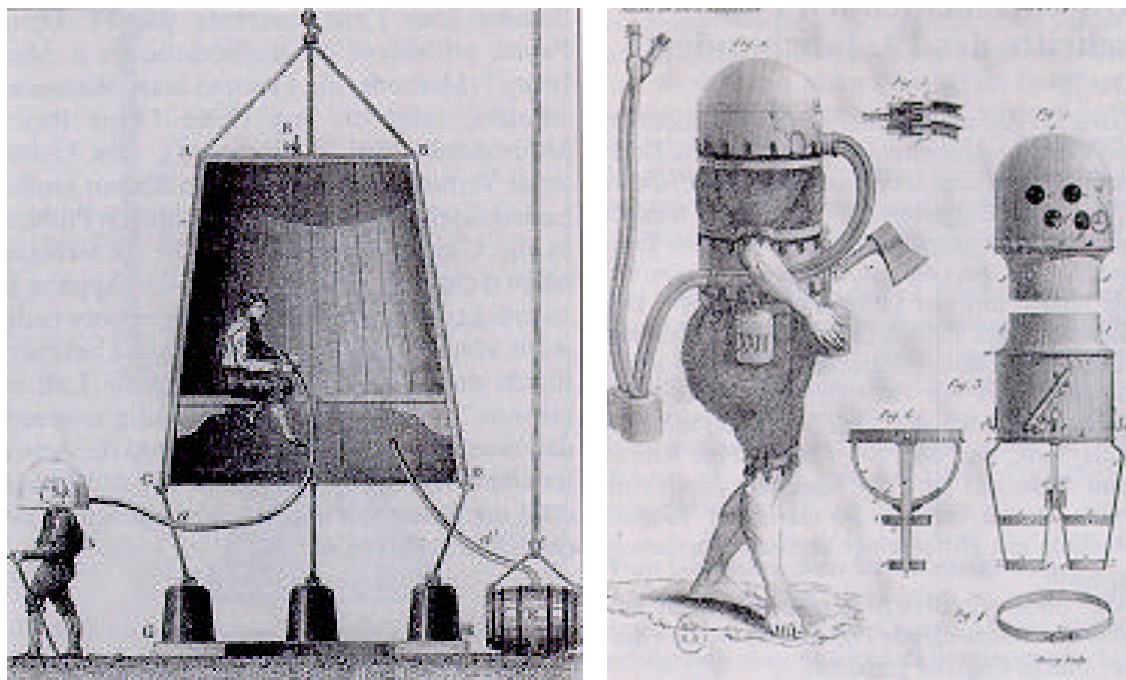
Was ist so faszinierend am Tauchen ? Was bringt Menschen dazu, längere Zeit unter Wasser zu verweilen ?

So alt wie die Menschheit ist der Traum, tief ins Meer zu tauchen.

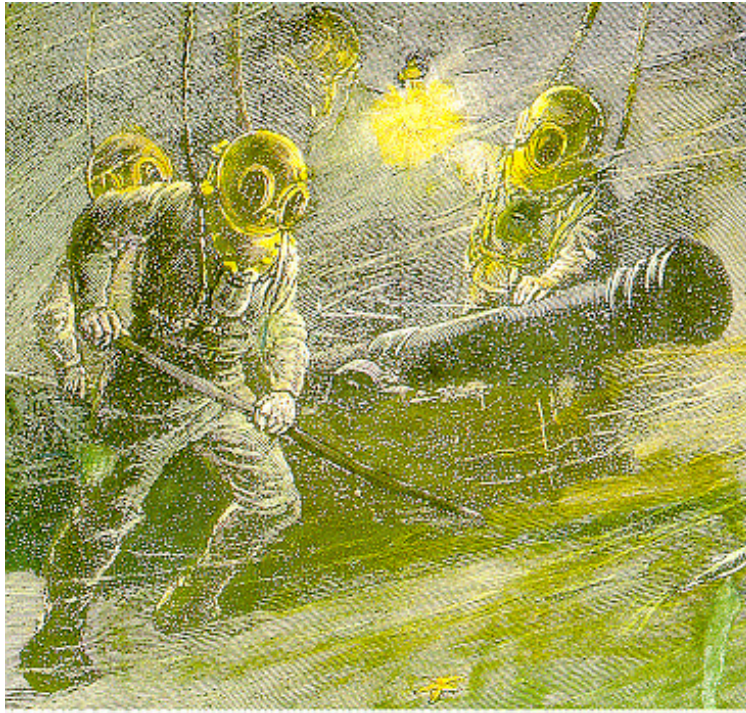
Die Liebe zum Abenteuer, die Lust am Unbekannten, die Suche nach ungesehener Schönheit, all dies lockt seit Jahrhunderten hungrige Seelen an die Gestade der Meere und in unbekannte Tiefen. Unzählige Sagen und Mythen erzählen vom Reich Neptuns.

Meistens ist es die Suche nach den Schätzen des Ozeans, die den Taucher in die Tiefe zieht, doch während des schwerelosen Gleitens oder Schwebens in fremdem Lebensraum wird aus rational geplanten Tauchgängen oft auch eine emotionale Entdeckungsreise zum eigenen Ich. Allerdings reichen persönliche Wünsche und physische Fähigkeiten allein für den Aufenthalt unter Wasser nicht aus.

Schnell hat man festgestellt, dass Wasser ein dem Menschen feindlich gesinntes Element ist. Dennoch haben sie es geschafft sich heute auch diesen Teil der Welt untertan zu machen.



*Versuche mit unterschiedlichem Tauchgerät*



*Bergen von Gegenständen unter Wasser*

### Was ist Tauchen heute ?

Der Tauchsport hat in den letzten Jahren eine ständig wachsende Zahl von begeisterten Anhängern zu verzeichnen. Dieser Prozess bewirkt, dass es heute kaum mehr eine Küste gibt, an der nicht Sporttaucher unter Wasser gehen.

Das hohe Erfolgserlebnis, das uns das Eindringen in die Unterwasserwelt vermitteln kann, hängt wie bei kaum einer anderen Sportart von der technischen Ausrüstung ab. Erst durch die Fortschritte auf dem Tauchgerätesektor wurde dieser Sport überhaupt ermöglicht.

Damals wie heute liegt die Faszination des Tauchens vorrangig im Erlebnis des Schwebens in einer Welt der Stille. Die Möglichkeit sich frei im dreidimensionalen Raum zu bewegen, berührt mit Sicherheit einen Urwunsch des Menschen, das **Fliegenkönnen**.



*Ein Gefühl des Schwebens, auch schon im Schwimmbad*



*Entdecken einer „Neuen Welt“*

Tauchen verbindet Menschen unterschiedlichster Naturen miteinander. Taucher sind eine Gemeinschaft. Sie sprechen sich mit Du an.

Taucher achten und schützen die Natur.

Tauchen ist kein Hochleistungssport, aber um Tauchen zu können solltest Du körperlich und geistig fit sein.

Und nun wünschen wir Dir viel Spaß beim Eintauchen in die Tauchmaterie.

# Unterrichtseinheit 1

In dieser Unterrichtseinheit beschäftigen wir uns mit  
der **Unterwasserwelt**  
den **Luftgefüllten Hohlräumen**  
dem **Druckausgleich** und  
dem **ABC-Tauchen**.

Du wirst lernen, was beim ABC-Tauchen zu beachten ist, und wie Du mit der Schnorchelausrüstung schwimmen und abtauchen kannst.

## I.1. Die Unterwasserwelt

Die Unterwasserwelt ist eine Welt der Stille. Meist hörst Du als Taucher nur Deinen Atem, der ein rhythmisches „Sprudeln“ erzeugt.

Du wirst anfangs viele neue Empfindungen erleben, wie das Gefühl des Schwebens oder „Fliegens“.

Die Stille, das Schweben und die „neue“ Welt sind die Dinge, die die Faszination des Tauchens ausmachen.

Die Unterwasserwelt hat „eigene“ Gesetze und natürlich auch Gefahren. Um diese einschätzen zu können, solltest Du sie kennen und beurteilen lernen.

### I.1.1. Auf- und Abtrieb

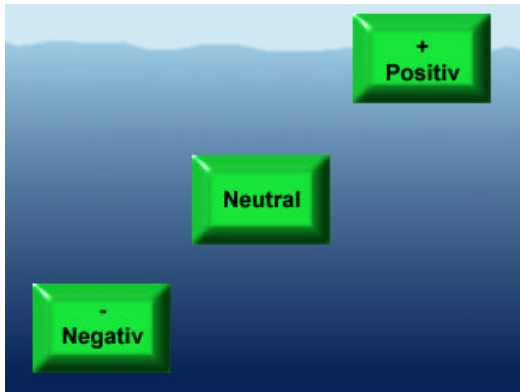
Hat ein Körper Auftrieb, so schwimmt er an der Wasseroberfläche, hat er Abtrieb, so sinkt er.

Auftrieb hängt nicht nur vom Gewicht eines Körpers ab, sondern auch wie viel Wasser er verdrängt. Verdrängt ein Objekt mehr Wasser als sein Gewicht, so schwimmt es. Verdrängt es weniger Wasser, so sinkt es. Wird gleich viel Wasser verdrängt so schwebt das Objekt.

Für das Tauchen ist das sehr wichtig. Taucher sind am Anfang des Tauchgangs bestrebt abzutauchen, also zu sinken, man nennt dies auch: der Taucher hat



**negativen Auftrieb.** Während des Tauchgangs wollen Taucher schweben, sie haben **neutralen Auftrieb.** Am Ende, wenn sie wieder auftauchen wollen, haben sie **positiven Auftrieb.**



*Negativer, neutraler und positiver Auftrieb*

Diese drei unterschiedlichen Zustände unter Wasser werden auch im **Prinzip des Archimedes** beschrieben. Archimedes von Syrakus (287 – 212 v.Chr.) war ein griechischer Mathematiker, Physiker und Konstrukteur. Er fasste die drei Fälle folgendermaßen zusammen:

***Die Auftriebskraft, die ein Körper beim Eintauchen in eine Flüssigkeit erfährt, ist gleich der Gewichtskraft des verdrängten Flüssigkeitsvolumens.***

Mit einem Tauchanzug hast Du ständig positiven Auftrieb. Deshalb nimmst Du zum Tauchen Bleigewichte mit, um diesen positiven Auftrieb auszugleichen. Nun sinkst Du. Da aber der schönste Zustand beim Tauchen das Schweben ist, führst Du auch eine Tarierweste oder Jacket mit. Mit Hilfe des Jackets kannst Du Luft ablassen, Du sinkst, oder Luft einfüllen, Du steigst wieder. Zur Bedienung des Jackets kommen wir später.

### **I.1.2. Die Dichte**

Ein weiterer Einfluss, der den Auftrieb eines Objektes beeinflussen kann, ist die Dichte des Wassers. ***Je größer die Wasserdichte ist, desto größer auch der Auftrieb.*** Salzwasser hat immer eine größere Dichte als Süßwasser. Im Salzwasser haben wir also mehr Auftrieb als im Süßwasser.

### I.1.3. Das Lungenvolumen

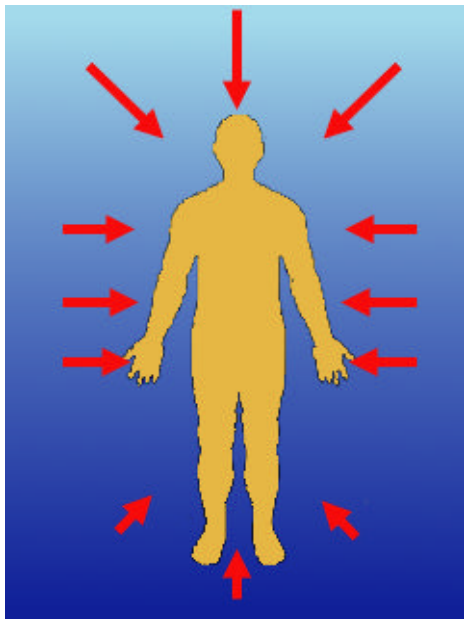
Ein weiterer Faktor, der den Auftrieb beeinflusst, ist das Lungenvolumen. Durch Ausatmen verringert sich das Lungenvolumen, der Auftrieb wird geringer, teilweise sinken wir sogar ab. Atmen wir ein, so wird das Lungenvolumen wieder größer, der Auftrieb wird größer.

Später wirst Du sehen, wie wir mit dem Lungenvolumen nur durch ein- und ausatmen unter Wasser variieren können.

### I.1.4. Der Luftdruck / Wasserdruck

***Druck wird allgemein als eine Kraft, die auf eine Fläche wirkt, definiert.***

Den Luftdruck, dem wir jeden Tag ausgesetzt sind, spüren wir normalerweise nicht. Dennoch übt der Luftdruck eine Gewichtskraft, in Form einer Luftsäule über uns aus, der auf unsere Körperoberfläche wirkt. Sie beträgt in Meereshöhe **1,03 kg/cm<sup>2</sup>**, d.h., dass auf jedem cm<sup>2</sup> unseres Körpers eine Gewichtskraft von 1,03 kg herrscht.



*Luftdruck, dem wir täglich ausgesetzt sind*

Der Luftdruck wird **in Millibar (mbar)** gemessen. 1,03 kg/cm<sup>2</sup> entspricht 1030 mbar, also rund **1 bar**.

In größeren Höhen nimmt der uns umgebende Luftdruck, entsprechend der kleiner werdenden Luftsäule über uns ab.

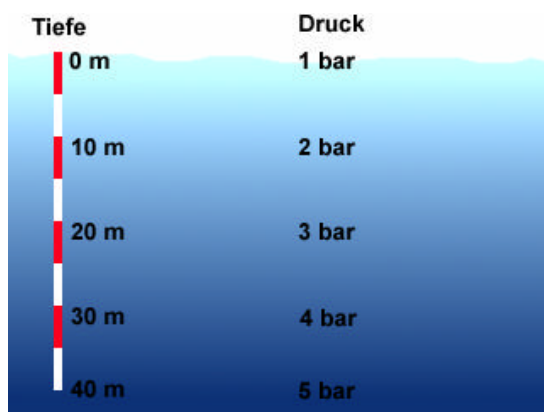
## Unterrichtseinheit 1

---

Wasser hat eine größere Dichte als Luft. Dadurch ändert sich der Druck unter Wasser wesentlich schneller. Ein Großteil Deines Körpers nimmt den mit steigender Tiefe auch steigenden Druck kaum wahr. Doch die luftgefüllten Hohlräume Deines Körpers melden als eine Art Sensoren, dass der Wasserdruck ständig steigt. Die **luftgefüllten Hohlräume** Deines Körpers sind vor allem die **Ohren** und die **Nasennebenhöhlen**.

Bald wirst Du kennenlernen, wie Du einen Druckausgleich durchführst, so dass ein Druckgleichgewicht zwischen Körper und Wasserdruck hergestellt wird.

Auf Meereshöhe wird der Druck mit 1 bar angegeben. Im Salzwasser nimmt der Druck pro 10 Meter um 1 bar zu. D.h. bei einer Tiefe von 20 Meter haben wir einen Druck von 3 bar = 1 bar Luftdruck plus 2 bar Wasserdruck (20 Meter).



*Zunehmender Druck mit zunehmender Tiefe*

Der steigende Druck wirkt sich auch auf die luftgefüllten Hohlräume des Körpers aus. Diese werden zusammengedrückt – ihr Volumen wird kleiner. **Die Verringerung des Volumens steht im umgekehrten Verhältnis zum Druck.** D.h. Verdoppelt sich der Druck, so halbiert sich das Luftvolumen. Vervierfacht sich der Druck, so verringert sich das Volumen auf ein viertel.

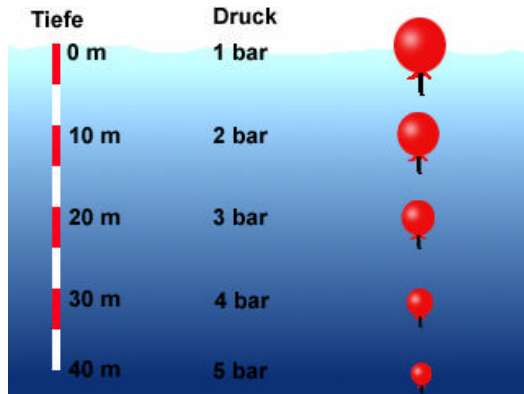
Dieser Umstand wird auch im Gesetz von **Boyle** und **Mariotte** erläutert.

Ein gerne verwendetes Beispiel ist ein luftgefüllter Ballon. Wird der Ballon an der Oberfläche mit Luft gefüllt und beim Abtauchen auf eine Tiefe von 10 m mitgenommen, so halbiert sich sein Volumen – entsprechend der Verdoppelung des Umgebungsdrucks.

## Unterrichtseinheit 1

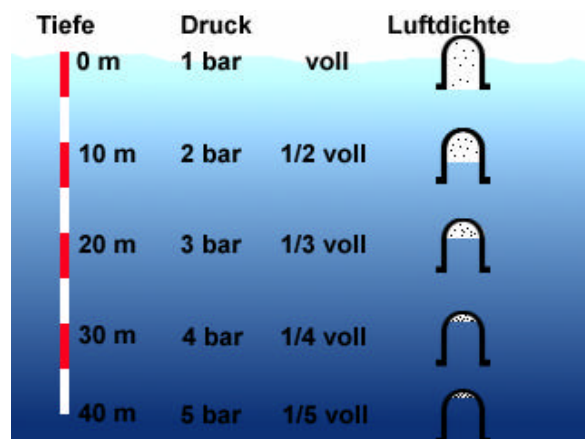
---

Füllt man den Ballon erst in einer Tiefe von 10 m und nimmt ihn mit zur Oberfläche, so verdoppelt sich sein Volumen – entsprechend dem nachlassenden Umgebungsdruck.



*Volumen eines Ballons bei zunehmender bzw. abnehmender Tiefe*

Nehmen wir noch die Dichte der Luft hinzu. **Wird das Volumen eines luftgefüllten Hohlraumes komprimiert, so erhöht sich die Dichte der Luft.** Die Luft muss sich in einem kleineren Raum bewegen, sie wird dichter. **Die Dichte steht im direkten Verhältnis zum Druck.** Verdoppelt sich der Druck, so verdoppelt sich auch die Dichte der Luft.



*Zusammenhang zwischen Tiefe, Druck und Luftdichte*

# I.2. Die luftgefüllten Hohlräume

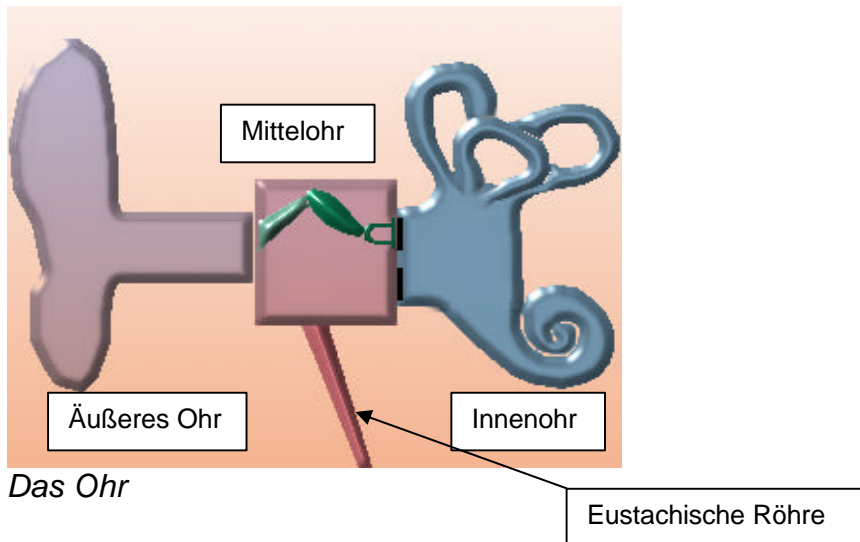
## I.2.1. Ohren

Für das Tauchen sind die Ohren eines der wichtigsten Organe. Deshalb sind die Ohren in einer tauchsportärztlichen Untersuchung unbedingt einzubeziehen.

### I.2.1.1. Anatomie der Ohren

Das Ohr wird in drei Anteile unterteilt:

Das Äußere Ohr, Mittelohr und Innenohr.



Das Ohr

### I.2.1.2. Äußeres Ohr

Es besteht aus der Ohrmuschel und dem Gehörgang. Das Trommelfell trennt das äußere Ohr vom Mittelohr. Das Trommelfell überträgt die Schallschwingungen auf die Gehörknöchelchen im Mittelohr.

### I.2.1.3. Mittelohr

Das Mittelohr ist luftgefüllt und ist mit dem Nasen-Rachen-Raum durch die **Eustachische Röhre** (auch Ohrtube genannt) verbunden. Im Normalzustand ist diese Verbindung geschlossen. Beim Schlucken, Gähnen oder Kauen wird diese kurz geöffnet, um einen Luftaustausch im Mittelohr zu gewährleisten.

Die **Schallübertragung** erfolgt vom Trommelfell, über die Gehörknöchelchen (Hammer, Amboss und Steigbügel) auf die Fußplatte des Steigbügels.

### I.2.1.4. Innenohr

Das Innenohr ist mit einer Flüssigkeit (**Endolymphe**) gefüllt und ist mit einem Rohrsystem durchzogen, das sich in die drei Richtungen des Raumes verlaufenden Bogengänge aufgliedert.

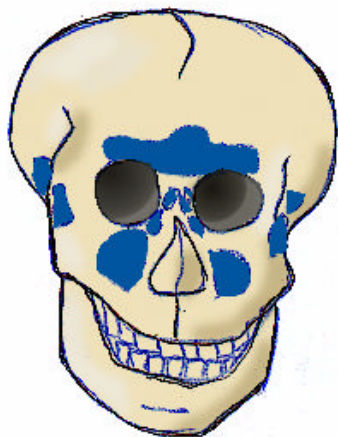
Im Innenohr ist das **Hörorgan**, in der Schnecke das **Gleichgewichtsorgan** lokalisiert. Haarzellen nehmen Informationen akustischer Art, sowie Informationen über Lage und Bewegung im Raum auf. Der Gleichgewichtsnerv und der Hörnerv leiten diese Informationen an das Gehirn weiter.

### I.2.2. Nasennebenhöhlen

Die Nasennebenhöhlen sind luftgefüllte Hohlräume im Schädel. Sie haben eine Verbindung zum Nasen-Rachen-Raum. Ihre Aufgaben sind das Anfeuchten, Erwärmen und Reinigen der Atemluft und sie dienen als Resonanzraum für die Stimme.

Die Nasennebenhöhlen unterteilen sich in:

- **Kieferhöhlen**
- **Stirnhöhlen**
- **Keilbeinhöhle**
- **Siebbeinhöhle**



*Die Nasennebenhöhlen (hier blau markiert)*

Tauchen wir ab, so steigt der Druck und komprimiert das Luftvolumen der luftgefüllten Hohlräume. Wird kein Druckausgleich durchgeführt, so wird sich das bald als unangenehm bemerkbar machen oder gar Schmerzen verursachen. Schädigungen durch Druckdifferenzen werden als **Barotraumen** bezeichnet. Barotraumen sind Druckverletzungen, die bei Kompression des Luftvolumens in einem Hohlraum entstehen können. Es muss also beim Abtauchen ein Druckausgleich durchgeführt werden, um solche Verletzungen zu vermeiden.

### I.3. Druckausgleich

Der Druckausgleich in Ohren und Nasennebenhöhlen wird durchgeführt, in dem Du Dir die Nase zuhälst und sanft durch die Nase auszuatmen versuchst.

Eine andere Möglichkeit ist das Schlucken oder das Bewegen des Kiefers nach links und rechts. Probiere beide Methoden aus und wende diejenige an, die für Dich am besten ist.

Es gibt noch weitere luftgefüllte Hohlräume, die beim Tauchen wichtig sind.

- Lunge
- Zähne
- Maskenraum.

Der Druckausgleich in der Lunge wird beim Gerätetauchen ständig automatisch hergestellt, wenn Du kontinuierlich atmest.

Ein Druckausgleich der Zähne kann nicht durchgeführt werden. Du solltest darauf achten, dass Deine Zahnplomben gut abgedichtet sind. Das kann nur ein Zahnarzt feststellen.

Druckausgleich im Maskenraum stellst Du am besten her, wenn Du beim Abtauchen ab und an etwas Luft über die Nase in den Maskenraum abgibst. Beim Auftauchen wird der Druckausgleich automatisch hergestellt.

### I.4. Das ABC-Tauchen

Was heißt eigentlich ABC ?

ABC steht für die Grundausrüstung beim Tauchen. Sie besteht aus Maske, Schnorchel und Flossen.

In der ersten Schwimmbadstunde wollen wir uns dem ABC-Tauchen und Schwimmen widmen.

Wichtig für das spätere Gerätetauchen ist, dass Du den Umgang mit der ABC-Ausrüstung sorgfältig erlernst.

Du sollst Dir regelmäßig Zeit nehmen um mit der ABC-Ausrüstung zu schnorcheln und zu tauchen. Damit behältst Du Übung darin, erweiterst Deine Fähigkeiten unter Wasser ohne Gerät und tust etwas für Deine Fitness.

#### I.4.1. Die ABC-Ausrüstung

##### I.4.1.1. Die Maske

Das menschliche Auge ist nicht dafür geschaffen unter Wasser scharf zu sehen, daher wird mit Hilfe der Tauchermaske ein Luftraum vor den Augen geschaffen. Dadurch ist scharfes Sehen unter Wasser möglich.

Man unterscheidet **einfenstrige** Tauchmasken und **zweifenstrige** Tauchermasken. Zweifenstrige Masken erlauben das Einsetzen von optischen Gläsern.



*Zweifenstrige Maske*





*Einfensterige Maske*

Der Maskenkörper sollte einen **doppelten Dichtrand** aufweisen. Die Sichtscheiben müssen aus **hochtemperiertem Sicherheitsglas** bestehen, dicht am Maskenkörper befestigt sein und dürfen die Sicht nicht verzerren. Das **Kopfband** muss auswechselbar und verstellbar sein. Der **Nasenerker** muss als **Druckausgleichseinrichtung** auch mit Handschuhen zu betätigen sein.

Zum Tauchen sind Masken mit weniger Maskenvolumen und einem geringen Abstand zwischen Augen und Maskenglas am günstigsten, da diese leichter auszublasen sind und einen geringeren luftgefüllten Hohlraum darstellen.

Weiterhin kann noch zwischen **optischen Masken** für Brillenträger und **Masken mit Farbfilter** unterschieden werden.

Das flexible Material besteht bei guten Masken heutzutage überwiegend aus Silikon. Silikon hat den Vorteil gegenüber Gummi, dass es elastischer ist und sich so der Gesichtsform besser anpasst, des weiteren ist Silikon hypoallergisch.

### **Pflege der Maske**

Die Scheiben fabrikneuer Masken sind mit einem schützenden Ölfilm überzogen. Wird dieser nicht entfernt, kann die Maske beim Tauchen stark beschlagen. Deshalb sollte man vor dem Tauchgang einige Tropfen Anti-Beschlag-Lösung auf der Innenseite der Scheibe verteilen. Zum Schutz vor Beschlagen kann auch etwas Speichel auf der Maskenscheibe verrieben werden.

Die Maske ist, wie die übrige Tauchausrüstung, mit klarem Süßwasser nach dem Tauchgang zu reinigen. Zum Trocknen sollte die Maske nicht in die Sonne gelegt werden, da das Silikon mit der Zeit brüchig wird und seine abschließende Wirkung am Gesicht verlieren kann.

### I.4.1.2. Der Schnorchel

Der Schnorchel soll die Atmung an der Wasseroberfläche ermöglichen, ohne den Kopf dabei aus dem Wasser heben zu müssen. Er erlaubt das Schwimmen an der Wasseroberfläche und das Betrachten der Unterwasserwelt. Auch der Gerätetaucher sollte immer einen Schnorchel mitführen, um z.B. zur Tauchgangsstelle zu schnorcheln und dadurch Luft aus den Flaschen zu sparen. Es ist auch möglich, dass der Luftvorrat am Ende des Tauchgangs verbraucht ist und der Taucher eine Strecke zum Boot zurücklegen muss. Dies ist mit dem Schnorchel am einfachsten und bequemsten.

Beim Schnorchel gibt es Unterschiede zwischen Jugend- und Erwachsenenschnorchel, Wettkampf und UW-Rugby- sowie Trainings- und Gerätetauchschnorcheln.

Der Schnorchel besteht aus einem Rohr mit einer **maximalen Länge von 35 cm** (zwischen Mundstück und Lufteintritt), dem **Mundstück**, der **Haltevorrichtung** und dem **Sicherheitsfarbstreifen**. Der Innendurchmesser beträgt für Kinder 15-18 mm und für Erwachsene 18-25 mm.

Längere Schnorchel als 40 cm dürfen nicht verwendet werden. Sie führen zur Pendelatmung (die ausgeatmete und verbrauchte Luft wird wieder eingeatmet) und können zur Bewusstlosigkeit und damit zum Ertrinken führen.

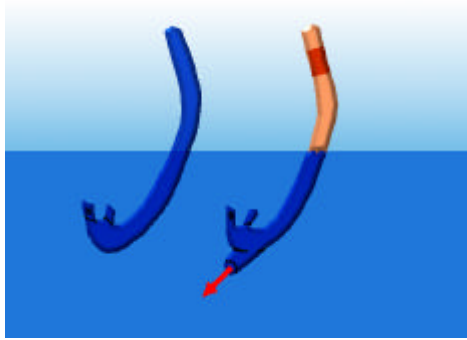
Die neuere Schnorchel-Generation hat ein **Ausblasventil**. Durch diese Konstruktion ist der Schnorchel leichter auszublasen, da der überwiegende Teil des Wassers aus dem Ventil geblasen wird.

Schnorchel werden sowohl aus Kunststoff, als auch aus Silikon, transparent oder undurchsichtig hergestellt.

Der Schnorchel sollte mittels eines Befestigungssystems mit der Maske verbunden werden können.



*Der Schnorchel*



*Schnorchel mit und ohne Ausblasventil*

### Das Mundstück

Das Mundstück sollte recht weich sein und angenehm sitzen. Es wird an sogenannten Beißwarzen leicht zwischen den Zähnen gehalten und von den Lippen umschlossen.

### Pflege des Schnorchels

Der Schnorchel sollte, wie alle Tauchausrüstungsgegenstände, nach Gebrauch mit klarem Süßwasser gespült werden. Das Trocknen in der Sonne ist zu vermeiden.

#### I.4.1.3. Die Flossen

Die Flossen helfen dem Taucher bei der Fortbewegung im und vor allem unter Wasser.

Größe und Härte des Flossenblattes sollten der Konstitution des Benutzers angepasst sein.

Anfänger sollten eine mittelharte Flosse benutzen, da ein zu hartes Flossenblatt zu Krämpfen in den Waden oder Füßen führen kann.

Die Flosse sollte durch Leitlinien eine ausreichende Richtungsstabilität besitzen. Das Flossenblatt sollte leicht nach unten abgewinkelt sein und Flossen mit **Fersenband** sollten nur in Verbindung mit **Füßlingen** getragen werden.

Die Gerätetauchflosse ist ca. 40 bis 70 cm lang, oft aber etwas breiter und stärker als die Schnorchelflosse.



*Schnorchelflossen*



*Geräteflossen*



*Fersenverschluss bei der Gerätetauchflosse*

### **Pflege der Flossen**

Auch die Flossen spült man nach dem Gebrauch mit klarem Wasser ab und lässt sie trocknen. Bei der Gerätetauchflosse ist den Fersenbändern besondere Beachtung zu schenken. Sie werden mit der Zeit brüchig und reißen. Da sie meist im ungünstigsten Augenblick reißen, sollten immer Ersatzbänder mitgeführt werden.

### **I.4.2. Kauf der ABC-Ausrüstung**

Beim Kauf einer Maske solltest Du darauf achten, dass diese genau passt. Das machst Du am besten, indem Du die Maske auf das Gesicht setzt, ohne das Maskenband über den Kopf zu ziehen, und dann durch die Nase einatmest, so dass

sich die Maske an Dein Gesicht saugt. Wenn jetzt die Maske auf Deinem Gesicht hält, dann kannst Du sie bedenkenlos kaufen.

Bei Schnorchel und Flossen solltest Du natürlich auch auf Passgenauigkeit achten.

### **I.4.3. Anziehen der ABC-Ausrüstung**

Ziehe Deine ABC-Ausrüstung erst am Beckenrand an. Befestige den Schnorchel an der *linken Seite* der Maske.

Um ein Anlaufen der Maske zu vermeiden, spucke in die Maske und verreib den Speichel auf beiden Gläsern. Anschließend spüle mit Wasser nach.

Setze jetzt die Maske auf. Achte darauf, dass sich keine Haare mehr im Maskendichtrand befinden. Sie führen dazu, dass die Maske unter Wasser undicht ist. Stelle Dir das Maskenband ggf. nach, so dass die Maske nicht zu fest und nicht zu locker auf dem Gesicht sitzt. Nun ziehe die Flossen an.

### **I.4.4. Schwimmen mit der ABC-Ausrüstung**

Anfangs solltest Du Dich mit der ABC-Ausrüstung vertraut machen. Schwimme ein paar Bahnen auf und ab, so dass Du etwas Gefühl für die neuen Hilfsmittel bekommst.

#### **I.4.4.1. Der Flossenschlag**

Achte beim Flossenschlag darauf, dass die Beinschläge gleichmäßig erfolgen. Ein hektisches Auf- und Abschlagen der Flossen solltest Du vermeiden. Das kostet zuviel Kraft und kann zu Krämpfen führen.

Der Beinschlag sollte auch parallel erfolgen, d.h. es sollten Ausweichbewegungen nach links und rechts vermieden werden.

Übe nun den Flossenschlag, indem Du einige Bahnen auf- und abschwimmst und dabei einmal die Arme anlegst und einmal nach vorne streckst. Atme dabei durch den Schnorchel.

#### **I.4.4.2. Das Kraulen**

Zum Flossenschlag nehmen wir jetzt noch den Armzug hinzu.

Beim Armzug solltest Du darauf achten, dass ein Arm leicht aus dem Wasser ragt, nach vorne „greift“ um dann wieder ins Wasser einzutauchen. Der Ellenbogen ist dabei an höchster Stelle. Ist der Arm unter Wasser, beginnt die **Zugphase**. In der Zugphase ziehst Du Deinen Arm wie ein großes **S** durch das Wasser. Am Ende der Zugphase beginnt die **Druckphase**. Hier schiebst Du das Wasser unter Deinem Körper nach hinten weg, bis der Arm fast gestreckt am Körper anliegt. Das bringt zusätzlichen Vorschub. Ist die Druckphase beendet, wird der andere Arm aus dem Wasser gehoben und führt das gleiche Bewegungsmuster durch. Du kraulst nun. Übe auch hier, indem Du einige Bahnen schwimmst.

Dein Tauchlehrer wird Dir weitere Tipps geben.

### I.4.4.3. Schnorchel ausblasen

Beim Schwimmen und Schnorcheln hast Du vielleicht schon festgestellt, dass das Wasser in den Schnorchel eindringen kann. Um nicht immer den Schnorchel aus dem Mund nehmen zu müssen, gibt es eine Technik um den Schnorchel wieder vom Wasser zu befreien, ohne den Kopf aus dem Wasser zu heben; das **Ausblasen des Schnorchels**.

Du hältst Deinen Kopf unter Wasser, bis der Schnorchel mit Wasser vollläuft. Richte Dich wieder auf, so dass das Schnorchelende aus dem Wasser ragt. Blase den Schnorchel mit einem kräftigen, kurzen Stoß Deiner Ausatmenluft leer.

Mit etwas Übung funktioniert das sehr schnell.

### I.4.4.4. Maske ausblasen

Obwohl eine Maske im Normalfall dicht ist, kann es vorkommen, dass diese mit Wasser vollläuft. Stell Dir vor, Dein Tauchpartner trifft Dich mit der Flosse an der Maske, so dass Du sie verlierst. Deshalb ist es wichtig zu wissen, wie man eine vollgelaufene Maske wieder entleert.

Atme ein, nimm den Kopf unter Wasser und flüte die Maske, indem Du sie leicht vom Gesicht wegziehst. Jetzt wird Wasser in die Maske eindringen. Passe nun die Maske wieder an. Nimm jetzt den Kopf in den Nacken und drücke den oberen Maskenrand mit einer Hand an die Stirn und atme durch die Nase etwas Luft in den Maskeninnenraum. Die Luft verdrängt das Wasser im Maskenraum.

Mit komplettem Tauchgerät ist die Übung wesentlich einfacher, da genügend Luft zur Verfügung steht. Dennoch solltest Du die Übung beherrschen.

### I.4.5. Abtauchen mit Druckausgleich

Bevor wir abtauchen, versuchen wir, ob der Druckausgleich funktioniert. Bist Du erkältet, so wird der Druckausgleich nur schwer oder gar nicht gelingen. Deshalb sollte man **bei Erkältungskrankheit (Schwellung der Schleimhäute) nicht tauchen !**

**Verwende keine schleimhautabschwellenden Mittel**, um dennoch zu tauchen! Die Wirkung kann unter Wasser sehr schnell nachlassen und weitere Probleme (z.B. eine Umkehrblockierung) verursachen.

Funktioniert der Druckausgleich, so verspürst Du ein leichtes „Knacken“ auf beiden Ohren und der Druck ist innen und außen gleich.

Bevor wir jetzt abtauchen, solltest Du Dir merken, den Druckausgleich regelmäßig und nie zu spät durchzuführen, da es sonst zu einer schmerzhaften Überdehnung des Trommelfells kommen kann. Bist Du dennoch einmal zu schnell zu tief nach unten getaucht und ein Druckausgleich funktioniert nicht mehr, so tauche in geringere Tiefe auf, bis die Beschwerden verschwunden sind. Versuche nun in dieser Tiefe den Druckausgleich durchzuführen. Gelingt er, so kannst Du den Abstieg weiter aber langsam fortsetzen.

**Kannst Du keinen Druckausgleich herstellen, so musst Du den Tauchgang beenden !**

#### I.4.5.1. Ohrenstöpsel

Ohrenstöpsel dürfen von Tauchern nicht verwendet werden, da sie einen luftgefüllten Hohlraum im Gehörgang zwischen Stöpsel und Trommelfell darstellen, der nicht ausgeglichen werden kann.

### I.4.6. Abtauchen – Auftauchen

Schwimme etwas an, so dass Du eine gewisse Grundgeschwindigkeit hast. Atme kurz vor dem Abtauchen nochmals normal ein. Knicke nun in der Hüfte um ca. 90° ab. Dadurch werden die Beine aus dem Wasser geschleudert und der Körper bildet wieder eine gerade Linie. Der ganze Körper sinkt mit rascher Geschwindigkeit nach unten. Führe spätestens jetzt zum ersten Mal den Druckausgleich durch.

Willst Du noch tiefer tauchen, so kannst Du nun mit dem Flossenschlag beginnen.

Willst Du wieder auftauchen, so drehe Dich in der Auftauchphase um Deine eigene Achse, so dass Du die Wasseroberfläche beobachten kannst. Das ist später bei Tauchgängen im Freiwasser wichtig. An der Oberfläche können sich Boote oder andere Gegenstände befinden, die für den auftauchenden Taucher eine Gefahr darstellen.

Kurz vor der Wasseroberfläche (ca. 2-3m) strecke einen Arm nach oben. Wenn Du auftauchst, so ist Dein Arm das erste Körperteil das an die Wasseroberfläche gelangt und nicht der empfindliche Kopf.

### I.4.7. Tauchen

Mit dem Auf- und Abtauchen beginnen bzw. beenden wir den Tauchgang. Das eigentliche Tauchen ist die Zeit zwischen Auf- und Abtauchen.

Beim Tauchen mit der ABC-Ausrüstung wirst Du feststellen, dass Du nicht sehr lange unter Wasser bleiben kannst. Mit zunehmender Übung wird es Dir aber gelingen eine Minute oder länger den Atem anzuhalten und Dich durch die Unterwasserwelt zu bewegen.

Achte beim Tauchen darauf, dass Deine Flossenbewegung langsam und gleichmäßig erfolgt. Hektische Bewegungen kosten viel Kraft und Luft.

Übe das Streckentauchen. Hier wirst Du am schnellsten Deinen Fortschritt messen können. Anfangs schaffst Du vielleicht gerade einmal 10 m, später werden es 20 m oder gar 30 m sein.

Beim Streckentauchen gibt es ein System, das auch für den ganzen Tauchsport eingehalten wird – **das Partnersystem**.

Tauchen ist ein Partnersport. Deshalb **tauche nie allein !**

Gerade beim Streckentauchen sollte ein Partner an der Oberfläche schwimmen, während der andere direkt unter ihm taucht. Halte Dich an diese Regel, da es beim Streckentauchen zum sog. **Schwimmbad – Blackout** kommen kann, der zur Bewusstlosigkeit führen kann.

Der Schwimmbad – Blackout oder kurz Black-out ist eine plötzliche und ohne Vorwarnung eintretende Bewusstlosigkeit. Er kann durch starkes Hyperventilieren auftreten und bedeutet oftmals bei Nichtrettung den Ertrinkungstod.



### I.4.7.1. Hyperventilation

Hyperventilation ist eine bewusste oder unbewusste Mehratmung. Bei der Hyperventilation wird vermehrt CO<sub>2</sub> abgeatmet und so der arterielle CO<sub>2</sub>-Teildruck erniedrigt. Dies verzögert den Befehl an das Atemzentrum mit der nächsten Einatemphase zu beginnen. Die Hyperventilation sollte bei Langstreckentauchversuchen unbedingt vermieden werden, da es hierdurch zu einem Black-out (Bewusstlosigkeit) kommen kann.

### I.4.7.2. Schnorcheln ohne Maske

Eine Übung wollen wir noch durchführen, es ist das Schnorcheln ohne Maske. Beim Tauchen atmen wir über den Schnorchel oder Lungenautomat ein, während die Nase durch die Maske „verschlossen“ wird. Es kann aber hin- und wieder vorkommen, dass Wasser in die Maske eindringt oder dass sie gar ganz vom Kopf genommen werden muss. Deshalb ist es wichtig diese Übung unbedingt zu beherrschen.



*Schnorcheln ohne Maske*

Dringt Wasser in Nase ein, so wirkt dies auf die Nasenschleimhäute als Reiz, der, wenn er nicht unterdrückt werden kann, starke Störungen auslösen kann. Dies kann bis zum Stimmritzenkrampf führen.

Es gilt also diesen „**Wasser-Nase-Reflex**“ zu unterdrücken.

Nimm den Kopf unter Wasser und schiebe die Taucherbrille nach oben. Atme durch den Schnorchel ein und aus und schwimme oder tauche so einige Meter.

Hiermit hast Du schon Unterrichtseinheit 1 abgeschlossen.

## Unterrichtseinheit 2

In dieser Unterrichtseinheit wirst du mehr erfahren über:

**Auswirkungen der Druckabnahme beim Tauchen**

die **Tauchausrüstung**

**Zusammenbau, Anlegen, Ablegen und Pflege der Ausrüstung**

**Unterwasserzeichen**

das **Partnersystem**

die **Atemluft**

die **Gesetze** von **Dalton** und **Henry**

im **Schwimmbad** werden wir der Gerätegewöhnung folgendes üben:

***Aufblasen und Entleeren des Jackets***

***Ausblasen des Lungenautomaten***

***Wiedererlangen des Lungenautomaten***

***Maske ausblasen***

***Gebrauch der Flossen***

***Neutrale Tarierung an der Oberfläche***

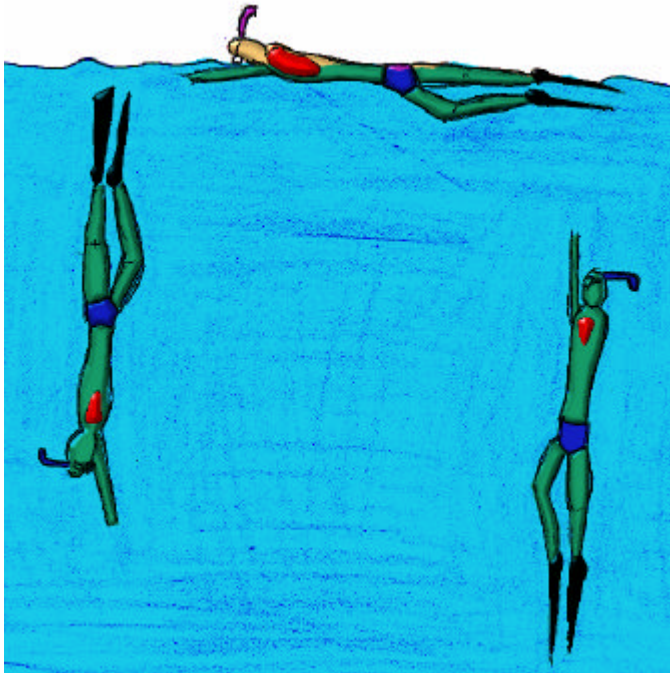
***Druckausgleich***

***Der Abstieg***

***Der Aufstieg***

### II.1. Auswirkungen der Druckabnahme beim Tauchen

Beim Schnorcheltauchen hält Du die Luft an. Durch den zunehmenden Druck in der Tiefe wird die Luft in Deiner Lunge komprimiert und das Volumen nimmt ab. Beim Auftauchen dehnt sich die Luft wieder aus und die Lunge bekommt ihr ursprüngliches Volumen zurück.



*Lungenvolumen an der Oberfläche und in der Tiefe*

Beim Gerätetauchen atmest Du ständig aus Deiner Flasche komprimierte Luft über den Lungenautomaten. Der Lungenautomat sorgt dafür, dass Du immer den gleichen Druck atmen kannst, der in der jeweiligen Tiefe herrscht. Das heißt für die Lunge, dass diese ihr Volumen in der Tiefe im Gegensatz zur Wasseroberfläche nicht verändert. Das heißt aber auch, dass sich beim Auftauchen die Luft in der Lunge ausdehnt. Atmest Du normal weiter, so kann die beim Aufstieg sich ausdehnende Luft über die Atemwege entweichen. Hält Du aber den Atem an, so hat die sich ausdehnende Luft keine Möglichkeit aus der Lunge zu entweichen. Die Folge daraus ist, dass sich die Lunge überdehnen und sogar reißen kann. Dies nennt man auch **Lungenüberdruckverletzung**.

Um dies zu vermeiden gilt:

**Atme immer beim Gerätetauchen ! Halte nie den Atem an !**

Der Druckausgleich der Lunge wird also ständig durch das Atmen von ganz alleine durchgeführt.

Die anderen luftgefüllten Hohlräume des Körpers, also Ohren, Nasennebenhöhlen, Magen verursachen beim Auftauchen für gewöhnlich keine Probleme.

Im Magen können, verursacht durch blähende Speisen, Gase entweichen, die aber im Normalfall keiner weiteren Beachtung bedürfen.

### II.1.1. Die Umkehrblockierung

Als spezifisches Problem beim Auftauchen ist die **Umkehrblockierung** bekannt.

Bei der Umkehrblockierung, welche in Ohren und Nasennebenhöhlen auftritt, kann die sich ausdehnende Luft beim Auftauchen nicht entweichen.

Umkehrblockierungen treten recht selten auf und meist nur dann, wenn mit einer Erkältungskrankheit getaucht wurde, oder schleimhautabschwellende Mittel eingenommen wurden. Die Wirkung dieser schleimhautabschwellenden Mittel kann während des Tauchgangs nachlassen und verursacht dadurch die Umkehrblockierung.

Wenn Du während des Aufstiegs Beschwerden in Ohren, Nasennebenhöhlen, Zähnen oder im Magenbereich verspürst, so verlangsame Deinen Aufstieg. Verschwinden die Beschwerden nicht, so stoppe Deinen Aufstieg und tauche wieder ca. 1 Meter ab. Durch das Verringern der Aufstiegs geschwindigkeit oder Stoppen des Aufstiegs kann die eingeschlossene Luft besser entweichen.

### II.1.2. Auswirkungen der zunehmenden Luftdichte

Eine typische Frage beim Tauchen lautet immer: Wie lange kannst Du mit dem Tauchgerät unter Wasser bleiben ?

Diese Frage kann man nicht generell beantworten.

Wie lange Du unter Wasser bleiben kannst hängt zum großen Teil von der Tiefe ab, in der Du tauchst. **Je tiefer Du bist, um so mehr Luft wird verbraucht.**

In 20 Meter Tiefe brauchst Du 3 mal mehr Luft als an der Oberfläche. Der Luftvorrat in Deiner Tauchflasche ist also 3 mal schneller verbraucht.

In der Tiefe nimmt auch die Dichte der Luft zu. Dichtere Luft lässt sich schwerer ein- und ausatmen als Luft an der Wasseroberfläche.

Deshalb gilt beim Tauchen: **Atme tief und langsam !**

Bei tiefen und langsamen Atemzügen verbrauchst Du am wenigsten Luft. Außerdem ist bei dieser Atemtechnik garantiert, dass Du Dich nicht überanstrengst und so in Atemnot gerätst. Beim Tauchen solltest Du Dich entspannen.

## II.2. Die Tauchausrüstung

In diesem Kapitel wollen wir uns erst einmal mit den wichtigsten Ausrüstungsgegenständen vertraut machen. Hierzu gehören:

Jacket, Flasche, Flaschenventile, Lungenautomaten, Finimeter, Tauchanzug, Bleigurt und Füßlinge.

### II.2.1. Die Rettungs- und Tarierweste/ Jackets



*Das Jacket*

Die ersten Tarierwesten waren weiterentwickelte Formen von aufblasbaren Rettungswesten. In Deutschland nannte man sie auch „Klodeckel“, wegen ihrer ovalen Form.

Die Taucherweste dient dem Taucher zur **Tarierung unter Wasser**, im Notfall zum raschen **Erreichen der Oberfläche**, als **Schwimmhilfe** und als **Bergungshilfe**.

Tarierungsjackets, kurz Jackets genannt, sind die Nachfolger der Tarierungs- und Rettungswesten. Das Jacket dient zudem als Tragevorrichtung für das Tauchgerät.

Bestandteile von Westen und Jackets sollten sein:

### Der Westenkörper

Der Westenkörper sollte mind. 15 l Volumen besitzen, das entspricht 150 N Auftrieb. Der Westenkörper sollte mit einer Signalfarbe (rot, orange oder gelb) gekennzeichnet sein. Zu den weiteren Forderungen gehören die Farbechtheit, die Knickbeständigkeit, die Beständigkeit gegen Mikroorganismen, Seewasser, Chlorwasser und Chemikalien. Zudem muss der Westenkörper den Taucher in einer ohnmachtsicheren Lage an der Oberfläche halten können.

### Die Bänderung

Durch eine Bänderung wird der Sitz der Weste gewährleistet. Beim Jacket sind dies meist ein Bauch- und ein Brustgurt.

### Der Schnellablass

Der Schnellablass an der Weste dient dazu, diese möglichst schnell zu entlüften. Die Zugschnur muss so an der Weste angebracht sein, dass sie ohne Suchen griffbereit und die Bedienung auch mit Tauchhandschuhen möglich ist.



*Der Schnellablass am Jacket*

### Das Überdruckventil

Um das Platzen der Weste zu verhindern, muss diese mit einem Überdruckventil ausgestattet sein, das bei 100 bis 130 mbar Überdruck anspricht.

### Die Signalpfeife

Jeder Taucher muss mit einer Signalpfeife ausgestattet sein.



*Signalpfeife am Jacket*

### Die Westentasche

In der Westentasche kann man die Tauchtabelle, eine Zweitlampe, einen Notsignalblitz oder andere nützliche Dinge verstauen.

### Der Inflator

Durch den Inflator (inflate, engl. = aufblasen), der mit der Tauchflasche verbunden ist, ist es möglich die Tauchweste mit Luft zu füllen. Zudem muss es durch eine Mundaufblasvorrichtung möglich sein, die Weste mit dem Mund aufzublasen. Die Bedienung des Inflators wirst Du später kennenlernen.



*Inflator am Jacket*

### **Jacketformen**

Jackets werden in 3 unterschiedliche Konzepte unterschieden:

#### **1. ADV-Jackets**

ADV-Jackets sind recht klein und werden oft auch als „Reisejackets“ bezeichnet, weil man diese leicht in Reisetaschen unterbringen kann.

#### **2. Stabilizing-Jackets**

Stabilizing-Jackets besitzen eine umlaufende Luftblase, d.h. es befindet sich Luft sowohl im Brust- und Schulterbereich, als auch im Rückenbereich. Der Taucher hat durch diese Jackets die beste Position an der Wasseroberfläche.

#### **3. WING-Jackets**

WING-Jackets werden auch als Tek-Jackets bezeichnet. Unter Wasser liegt der Taucher sehr gerade im Wasser. Die WING-Jackets sind sehr gut für Extremtaucher, sowie Höhlen- und Tieftaucher geeignet.

Die heute am weitesten verbreiteten Jackets sind **ADV-Jackets** (Adjustable-Divers-Jacket) oder Wrap-Arounds genannt.

### **Pflege des Jackets**

Nach dem Tauchgang ist das Jacket mit klarem Süßwasser zu spülen. In den Westenkörper eingedrungenes Wasser ist zu entfernen. Das Wasser entfernt man am besten, wenn man das Jacket etwas aufbläst, dann umdreht, so dass das Wasser durch den geöffneten Ablassschlauch abfließen kann. Zum Trocken oder Lagern des Jackets ist dieses leicht aufzublasen.

## **II.2.2. Die Druckluftflasche / Pressluftflasche**

Druckluftflasche oder Pressluftflasche, beide Begriffe bezeichnen die Tauchflasche.

Pressluftflaschen gibt es in Größen von 4l, 5l, 7l, 8l, 9l, 10l, 12l, 15l und 20l als Einzelflasche oder als Doppel- oder Mehrfach-Geräte.

Pressluftflaschen werden mit gefilterter und komprimierter Luft gefüllt. Bei diesem Vorgang wird die Feuchtigkeit aus der Luft gefiltert und Verunreinigungen in der Luft entfernt.





*Verschiedene Tauchflaschen*



*Doppelgerät*

Der **höchstzulässige Fülldruck** beträgt normalerweise **200 bar** und bei Sonderausführungen 300 bar.

Druckluftflaschen sind den nationalen oder europäischen Verordnungen unterworfen und müssen diesen entsprechen. Sie müssen für einen Fülldruck von mindestens 200 bar zugelassen sein.

Die Überprüfung von Druckflaschen durch den **TÜV** erfolgt für **Stahlflaschen alle 2 Jahre** und für **Alu-Flaschen alle 6 Jahre**.

Nach deutscher Verordnung muss eine Druckflasche oder zumindest ihr oberer Teil (Schulter) grau lackiert sein und die Aufschrift „Druckluft TG“ oder „Preßluft TG“ tragen.

Der Flaschenfuß sollte aus Hartgummi oder Kunststoff sein. Er verleiht den Druckluftflaschen an Land Standfestigkeit.

Zudem benötigen Pressluftflaschen eine Beschichtung. Unbeschichtete Flaschen würden durch Süß- oder Salzwasser schnell rosten.

### Transport von Tauchflaschen

In Deutschland unterliegt der Transport von Tauchflaschen der **Gefahrgutverordnung Straße (GGVS)**. Hier heißt es, dass die Verschlussventile mit Kragen und Kappen wirkungsvoll geschützt und als gefährliche Güter gekennzeichnet werden. Darum ist es wichtig, die Tauchflaschen nie ohne vorschriftsmäßigen Transportschutz zu kaufen oder zu leihen!

### Pflege der Flaschen

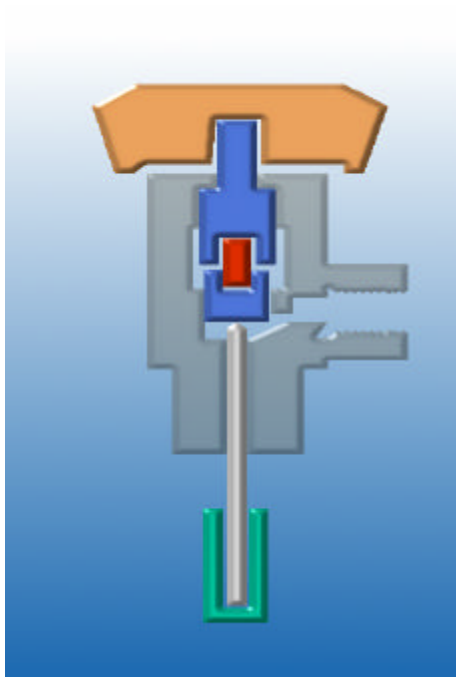
Grundsätzlich sollte die Flasche nie stehend alleine gelassen werden. Weiterhin sind Stöße und große Hitze zu vermeiden. Nach dem Tauchen sollte die Flasche mit Süßwasser abgespült werden. Es ist immer eine geringe Restmenge Luft von ca. 20 bar in der Flasche zu belassen. Dadurch wird verhindert, dass Feuchtigkeit in die Flasche eindringt und Korrosion vermieden. Der Taucher sollte seine Flasche in regelmäßigen Abständen nach Roststellen inspizieren lassen.

### II.2.3. Das Flaschenventil

Das Flaschenventil wird über einen Einschraubstutzen des Gehäuses mit der Druckluftflasche verbunden.

Dreht man das Ventil nach rechts, so wird es geschlossen, durch Linksdrehung wird es geöffnet. Kurz vor dem Tauchgang öffnet man das Ventil vollkommen und dreht es dann ca. eine **halbe Umdrehung in Richtung „zu“**. Ein Sinterfilter verhindert, dass Schmutz aus der Flasche in den Lungenautomaten gelangt, das anschließende Wasserschutzrohr verhindert das Eindringen von Wasser in die nachfolgenden Amaturen bei Überkopfstellung.

***Vermeide bei Flaschenventilen ein zu festes Zudrehen! Zu festes Zudrehen führt dazu, dass die Hochdruckabspernung des Ventils beschädigt wird.***



*Das Flaschenventil*

### II.2.3.1. Die Pressluftflaschenventiltypen

Flaschenventile gibt es für Einzel- oder Doppelflaschen, mit oder ohne eingebauter Reserveschaltung und mit einer oder zwei Anschlussmöglichkeiten für Lungenautomaten.

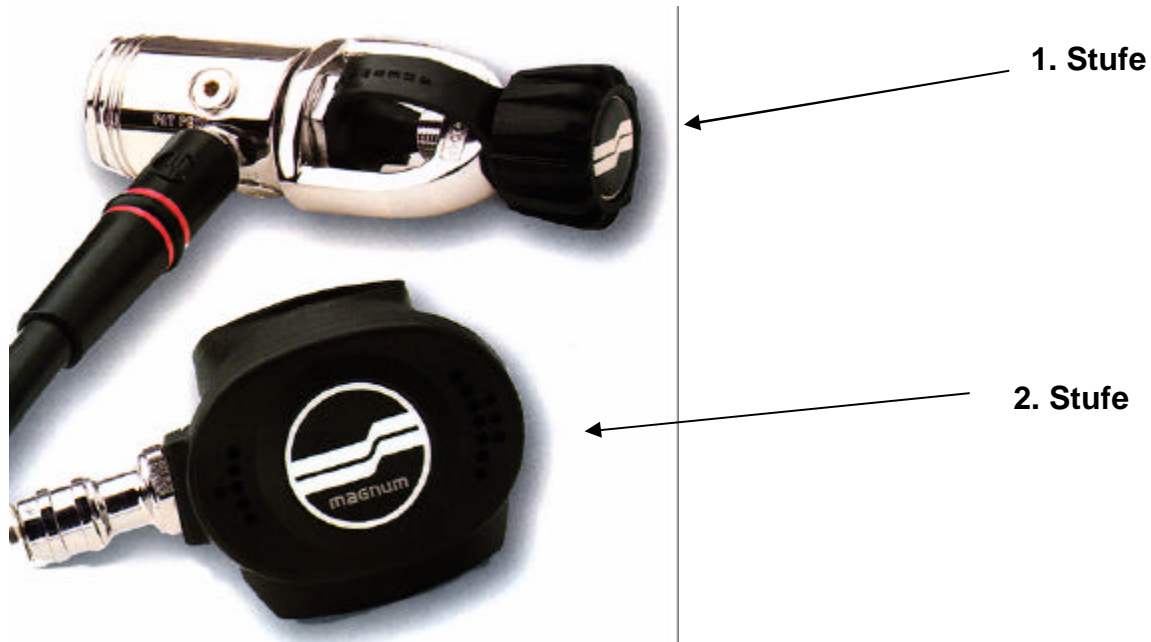
Zwei Anschlussmöglichkeiten sind z.B. beim Eistauchen oder Höhlentauchen unbedingt erforderlich.

Die Standardausrüstung besteht aus einer Flasche und einer Anschlussmöglichkeit, an der sowohl Atemregler als auch Oktopus über die erste Stufe mit der Flasche verbunden sind.

Weiterhin sind über die erste Stufe das Jacket und ein Finimeter angeschlossen.

### II.2.4. Der Lungenautomat / Atemregler

Um unter Wasser angenehm - oder überhaupt - atmen zu können, benötigen Taucher Luft mit dem jeweiligen Umgebungsdruck, das reguliert der **Lungenautomat**.



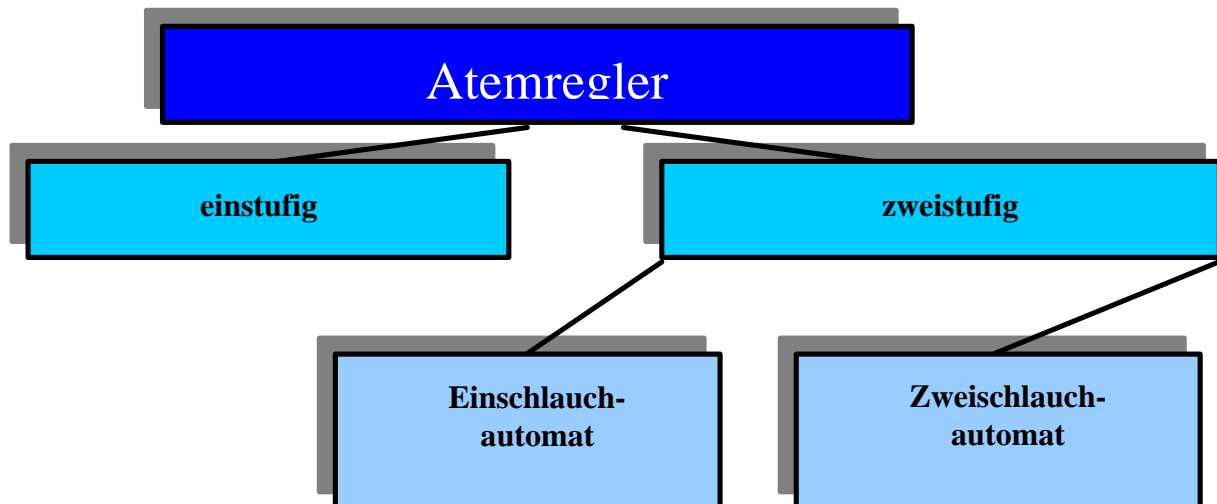
1. und 2. Stufe eines Lungenautomaten

Lungenautomaten werden auch als **bedarfsabhängige Automaten** bezeichnet, was bedeutet, dass sie automatisch durch das Ein- und Ausatmen des Tauchers aktiviert oder deaktiviert werden. Der Lungenautomat besteht aus einer **Ersten Stufe** und einer **Zeiten Stufe**.

Die **Erste Stufe** wird an das Flaschenventil geschraubt und hat die Aufgabe, den Druck der Druckluftflasche (ca. 200 bar) auf einen konstanten **Mitteldruck** zu reduzieren. Dieser Mitteldruck liegt, je nach Hersteller zwischen 5 und 16 bar über dem jeweiligen Wasserdruck. Erst die **Zweite Stufe** reduziert den Mitteldruck auf den **Umgebungsdruck**.

Diese Reduzierung auf den Umgebungsdruck kann in einem oder zwei Schritten (Stufen) erfolgen. Danach unterscheidet man **einstufige** und **zweistufige** Atemregler.

Der heute am häufigsten verwendete Automat ist der zweistufige Einschlauchatemregler. Hier ist die erste Stufe an der Tauchflasche montiert. Einstufige Atemregler dürfen heute nicht mehr in Deutschland verkauft werden.



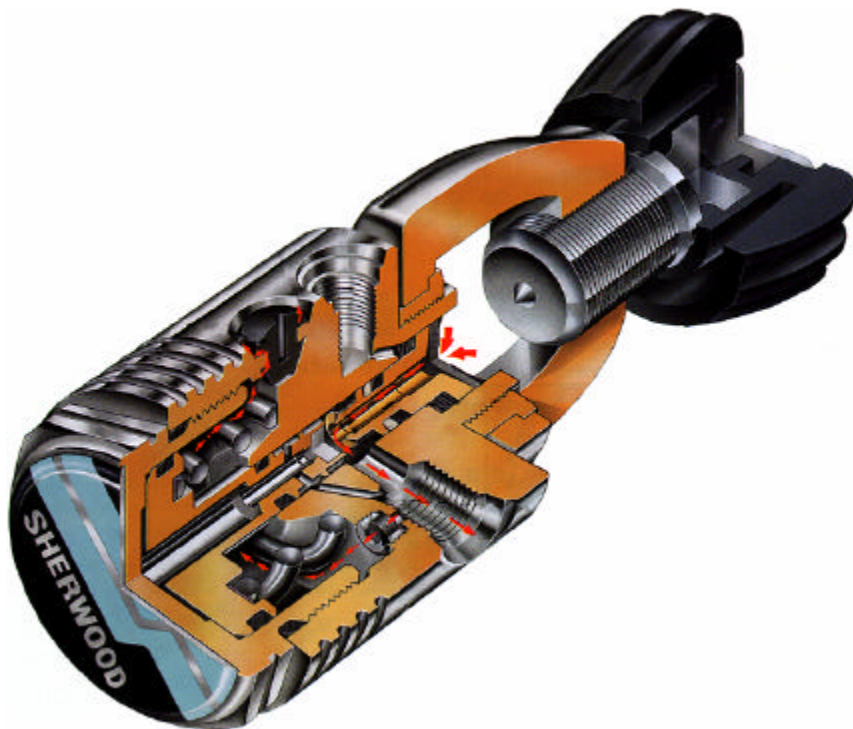
### Wie funktioniert ein Lungenautomat ?

#### Erste Stufe

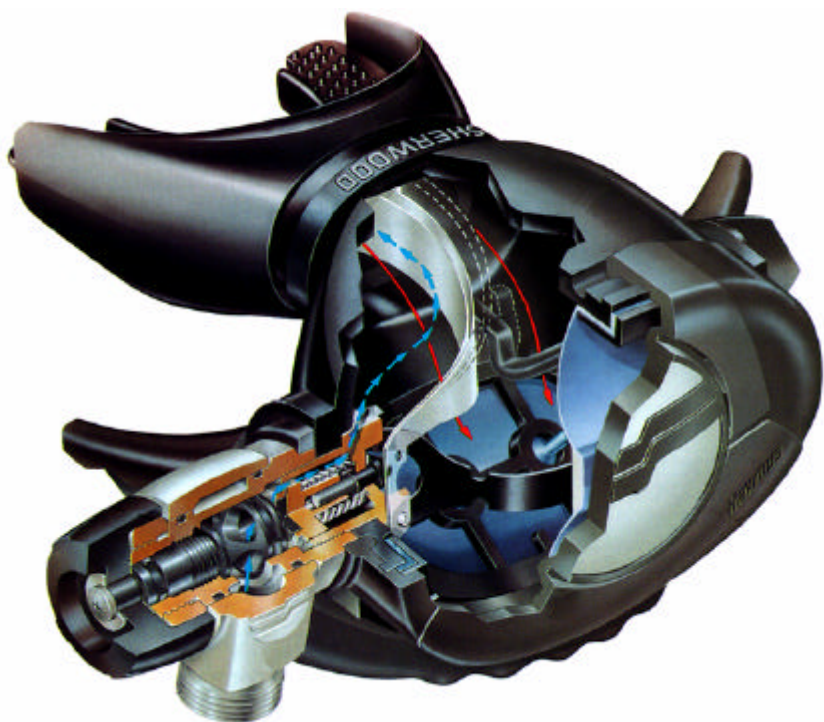
Man unterscheidet bei der Ersten Stufe zwischen **kolbengesteuerten** und **membrangesteuerten** ersten Stufen.

Bei der kolbengesteuerten ersten Stufe wirkt der Wasserdruck auf einen Kolben. Bei der membrangesteuerten ersten Stufe wirkt der äußere Wasserdruck auf eine flexible Membran.

Die erste Stufe verfügt über einige (meist ein bis zwei) **Hochdruckabgänge** sowie ca. drei **Mitteldruckabgänge**.



Die 1. Stufe (schematische Darstellung)



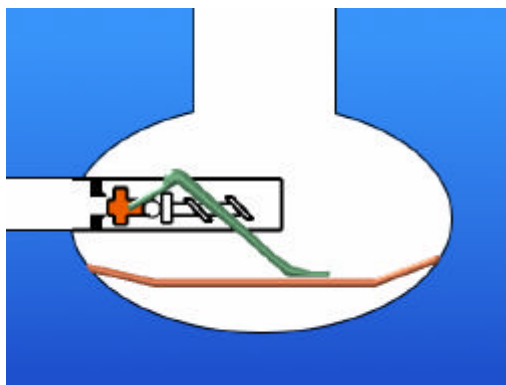
2. Stufe (schematische Darstellung)

Grundsätzlich unterteilt man die Ventile der zweiten Stufe in **Downstream-Ventile** und in **Pilotventile**.

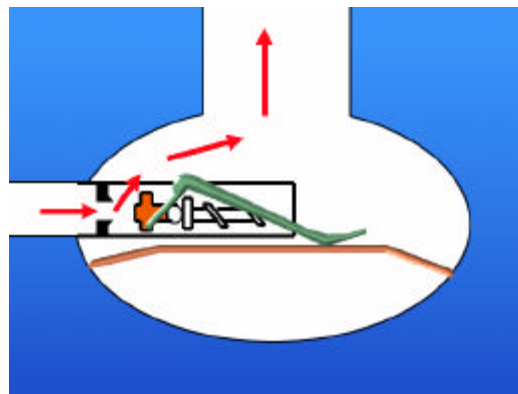
### Downstream-Ventile

Diese Ventilart ist am häufigsten anzutreffen. Beim Einatemvorgang drückt eine Membran gegen einen Kipphebel, der mit dem Einwegventil direkt verbunden ist. Das Ventil öffnet sich, der Taucher bekommt Luft.

Die Bezeichnung Downstream kommt daher, weil sich das Ventil **mit dem Luftstrom öffnet**. Im Falle eines Defektes des Ventils, öffnet sich dieses und lässt die Luft frei abströmen. Der Taucher kann immer noch aus dem Lungenautomaten atmen und seinen Aufstieg beginnen. Diese Bauweise wird auch als **Fail-Safe** bezeichnet, da sie bei Versagen des Lungenautomaten immer noch sicher ist, indem der Automat abbläst.

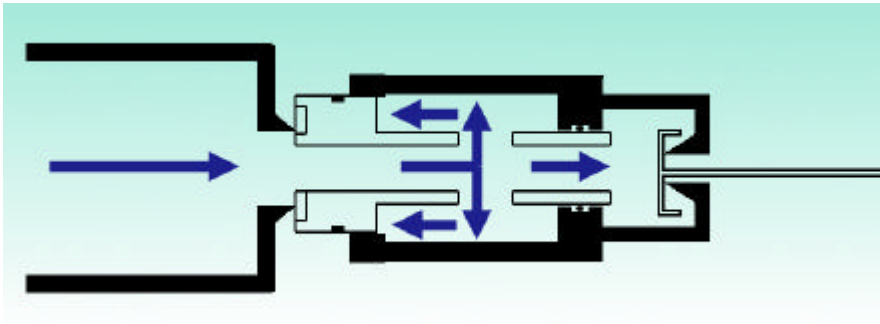


Downstream-Ventil geschlossen

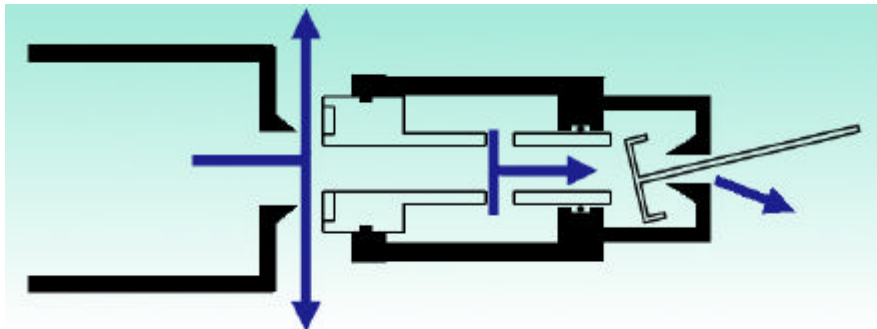


Downstream-Ventil geöffnet

Bei der **Pilotventilbauweise** öffnet der Kipphebel ein kleines Ventil, das man Pilotventil nennt. Dieses Pilotventil öffnet wiederum ein größeres Hauptventil. Durch diese Bauweise ist bei geringerer Anstrengung ein größerer „Luftdurchsatz“ möglich. Die Pilotventilbauweise wird deshalb nicht so oft wie Downstream-Ventile verwendet, da diese Konstruktion komplexer und dadurch wesentlich teurer ist.



*Pilotventil geschlossen*



*Pilotventil geöffnet*

### **Pflege und Wartung des Lungenautomaten**

Nach dem Gebrauch sollte ein Lungenautomat gründlich mit klarem Süßwasser abgespült werden. Dabei gilt es zu beachten, **dass sich die Schutzkappe auf der ersten Stufe befindet und nicht die Luftdusche der zweiten Stufe gedrückt wird.** Am besten spült man den Lungenautomaten, wenn er sich noch unter Druck an der Flasche befindet.

Beim Abspülen sollte kein Wasserstrahl mit hohem Druck verwendet werden.

Bei der Lagerung ist zu beachten, dass enge Schleifen und Knicke in den Schläuchen vermieden werden. Die Schläuche sollten gemäß ihrer „natürlichen“ Form gelagert werden.

Die Wartung eines Lungenautomaten sollte einem autorisierten Fachhändler überlassen werden. Lungenautomaten sind generell nach einem Jahr zu warten oder falls die Benutzung länger als 6 Monate her ist. Eine Wartung wird auch dann fällig, wenn sich ein Schaden am Atemregler befindet oder dieser sich nicht mehr leicht atmen lässt.



### II.2.5. Tauchanzüge

Tauchanzüge werden auch als **Kälteschutzanzüge** bezeichnet. Sie werden meist schon beim Schnorcheln mit ABC-Ausrüstung verwendet, vor allem aber beim Gerätetauchen. Meist ist das Meer oder ein See an der Oberfläche angenehm warm, aber bereits in 2 bis 3 Metern Tiefe wird es deutlich kälter.

Von Sporttauchern werden heute verschiedene Anzüge verwendet: Nasstauchanzug, Halbtrockentauchanzug, Trockentauchanzug, Tropen-Anzug und Shorties.

Allgemein sollte ein Tauchanzug dem Taucher Schutz vor Kälte und Hautabschürfungen bieten, sowie Schädigungen der Haut durch Nesselgift oder Stachel verhindern.

#### II.2.5.1. Der Nasstauchanzug

Unserem Körper wird die Wärme am schnellsten entzogen, wenn kaltes Wasser an unserer Haut vorbeiströmt. Benutzt man einen Nasstauchanzug, so kann das Wasser zwar in den Anzug eindringen, jedoch nicht mehr ungehindert an der Haut vorbeiströmen. Es bildet sich ein **Wasserfilm zwischen Haut und Anzug**, der in kurzer Zeit auf die Körpertemperatur erwärmt wird. Deshalb ist die Passform der Nasstauchanzüge der entscheidende Faktor. Ist der Anzug zu weit, ist der Wasseraustausch zu groß.

Die Nasstauchanzüge bestehen aus Neoprenzellschaum. Neopren ist ein gummiähnliches Material mit Gaseinschlüssen. Diese Gaseinschlüsse bilden eine Isolationsschicht und sind für die Wärmedämmung des Nasstauchanzuges verantwortlich. Mit zunehmender Tiefe nimmt jedoch die Dämmwirkung des Neoprens immer mehr ab, da dieses durch den größeren Druck in der Tiefe komprimiert wird. Die Gaseinschlüsse im Neopren sind auch dafür verantwortlich, dass der Tauchanzug Auftrieb hat. Daher muss der Taucher einen Bleigurt oder andere Gewichtssysteme tragen, um den Auftrieb auszugleichen.

Die Dicke eines Nasstauchanzuges sollte zwischen 3 bis 8 mm betragen, für unsere Gewässer sind 6 bis 7 mm empfehlenswert.

Beim Nasstauchanzug kann man zwischen Jacke mit Hose und dem Overall unterscheiden.

## Unterrichtseinheit 2

---

Die Jacke sollte möglichst eng sitzen, um eine optimale Wärmedämmung zu gewährleisten. An der Jacke sollte sich eine Kopfhaube befinden. Die Hose umschließt zusätzlich den Oberkörper.

Sogenannte Overalls bestehen nur aus einem Teil und haben eine geringere Dämmwirkung.



*Der Nasstauchanzug*

### II.2.5.2. Halbtrocken-Neoprenanzüge

Halbtrockene-Neoprenanzüge sind ein Kompromiss zwischen dem Nass- und dem Trocken-Tauchanzug. Halbtrockene haben an Armen und Beinen sog. **Dichtmanschetten**. Dadurch erreichen diese eine weitgehende Wasserdichtigkeit und gute Isolation. Die Wärmeisolation ist ca. 30% besser als die eines Nasstauchanzugs.



*Halbtrockene Neoprenanzüge*

### II.2.5.3. Der Trockentauchanzug

Trockentauchanzüge sind sog. **Konstantvolumenanzüge**. Konstantvolumenanzüge erlauben das Einlassen von Luft in den Anzug, wobei das Volumen in jeder Tiefe konstant gehalten wird. Man unterscheidet nun verschiedene Materialien. Bei **Neoprenanzügen** sollte die Dicke mindestens 7 mm betragen, dies hat den Vorteil einer guten Wärmeisolierung. Dagegen sind schlechte Beweglichkeit und großer Auftrieb von Nachteil.

**Gummianzüge** erlauben eine relativ große Bewegungsfreiheit und haben einen geringen Auftrieb. Von Nachteil ist allerdings die geringe Wärmedämmung, infolgedessen ist dicke wärmende Unterziehwäsche empfohlen. Weiterhin gibt es **Membran-Trockentauchanzüge**, sie sind meist aus Nylon mit einer wasserdichten Beschichtung aus Polyurethan hergestellt. Das Material allein schützt wenig vor Kälte. Der Auftrieb ist gering. Membran-Trockentauchanzüge sind eher für wärmeres Wasser geeignet.



*Der Trockentauchanzug*

Zur Ausstattung aller Trockentauchanzüge gehören ein Lufteinlassventil mit Inflatorschlauch, ein Luftauslassventil, Dichtmanschetten an Hals (Gesicht) und Handgelenken, Füßlinge (Stiefel) und ein gasdichter Reißverschluss.

### II.2.5.4. Der Tropen-Overall

Tropen-Overalls bieten nur einen geringen Kälteschutz und werden deshalb, wie der Name schon sagt, in tropischen und sehr warmen Gewässern verwendet. Sie bieten zudem einen Schutz gegen Hautabschürfungen. Tropen-Overalls sind aus elastischem, widerstandsfähigem Material hergestellt.



*Der Tropen-Overall*

### II.2.5.5. Die Shorties

Shorties sollten nur in sehr warmen Gewässern (oberhalb 27 °C) verwendet werden. Sie werden oft für Tauchgänge in geringeren Tiefen oder auch zum Schnorcheln verwendet. Sie bieten nur einen geringen Kälteschutz im Bereich des Körperrumpfes.



*Die Shorties*

### II.2.6. Bleigurt mit Gewichtsstücken

Der Bleigurt gleicht den Auftrieb, den der Taucher durch seinen Tauchanzug hat, aus.

Der Bleigurt sollte, neben einer **Schnellabwurfschnalle**, die mit einer Hand zu öffnen sein muss, auch aus einem undehnbaren Material bestehen.

Die Gewichtsstücke bestehen aus Blei und haben im Normalfall ein Gewicht zwischen 1,0 und 2,5 kg. Es gibt sie in rechteckiger Blockform oder in Form von verlängerten, gebogenen Gewichten, die sich dem Körper an der Hüfte anpassen. Sie sollten **symmetrisch** und **rutschfest** an der Hüfte des Tauchers befestigt sein.

In den letzten Jahren sind Bleigurte mit **Bleischrot** immer beliebter geworden.

Ebenfalls seit einigen Jahren auf dem Markt sind **Jackets mit integriertem Blei**. Hierbei wird das Blei einfach in dafür vorgesehene Jackettaschen eingeschoben. Vorteil dieser bleiintegrierten Jackets ist, dass das Auftragen des Gewichts an der Hüfte verlagert wird.



*Unterschiedliche Bleigurte*

### II.2.7. Finimeter / Unterwasser Manometer

Der Finimeter ist ein Messinstrument, das dem Taucher den momentanen Druck in der Druckluftflasche anzeigt. Es wird durch einen Hochdruckschlauch an den Lungenautomaten (1.Stufe) angeschlossen. Er ermöglicht dem Taucher während des gesamten Tauchgangs seinen Luftvorrat zu überwachen.



*Das Unterwasser Manometer*

Die letzten 50 bar sollten farblich markiert sein, um dem Taucher anzuzeigen, dass es Zeit zum Auftauchen ist.

Ist der Finimeter mit der Druckluftflasche verbunden, sollte dieser beim Aufdrehen Richtung Boden gehalten werden. Es ist zwar unwahrscheinlich, aber dennoch möglich, dass ein Überdruckventil im Finimeter nicht funktioniert und dadurch das Finimetergehäuse explodiert. Also: um Verletzungen zu vermeiden, ***Finimeter beim Aufdrehen der Flasche gegen den Boden halten!***

Bevor Finimeter auf dem Markt waren, konnte der Taucher seinen Luftvorrat nicht kontrollieren. Zu diesem Zweck gab und gibt es heute noch Tauchflaschen mit Reserveschalter. Der Reserveschalter, der aus einer Stange seitlich der Flasche besteht, muss bei 160 – 170 bar verbrauchter Luft gezogen werden, d.h. man hat eine Reserverluft von ca. 30 – 40 bar in der Flasche, die durch das Ziehen der Reservestange freigegeben wird.

### II.2.8. Füßlinge

Füßlinge sind meist aus 5 bis 7 mm Neopren. Sie haben eine stabile Laufsohle, mit der man sich bis zur Einstiegsstelle bewegen kann. Zudem bieten sie einen Schutz gegen Verletzungen.

Füßlinge dienen dem Wärmeschutz beim Tauchen. Außerdem sind sie notwendig, um bei Gerätetauchflossen einen guten Sitz zu gewährleisten.



*Füßlinge*

### II.3. Zusammenbau der Ausrüstung

Jetzt wollen wir uns dem Zusammenbau der Ausrüstung widmen.

Jeder muss seine Ausrüstung selbst zusammenbauen können. Anfangs wird Dir Dein Tauchlehrer oder Dein Partner helfen, aber nach einiger Zeit solltest Du den Zusammenbau „im Schlaf“ beherrschen.

Doch vor der Montage gibt es noch etwas zu beachten:

Um Schäden an der Flasche zu vermeiden, die durch ein Umstoßen entstehen können, musst Du **die Tauchflasche immer hinlegen**. Wird dies nicht beachtet und die stehende Flasche fällt um und wird dadurch beschädigt, muss diese zur Inspektion oder TÜV gebracht werden. Fällt eine Flasche auf das Ventil und wird dieses dadurch abgetrennt, kann die Luft, die unter hohem Druck (200 bar) in der Flasche enthalten ist, auf sehr schnelle Weise entweichen. Dies kann zu einem „Luftballoneffekt“ führen, d.h. die Flasche wird sich wie ein aufgeblasener Luftballon,



## Unterrichtseinheit 2

---

den man loslässt, verhalten – sie fliegt durch die Luft. Dies kann zu ernsthaften Verletzungen führen.

Deshalb: **Lege Deine Flasche immer auf den Boden !** Sorge dafür, dass sie nicht wegrollen kann.

Auch die anderen Ausrüstungsgegenstände, vor allem der Lungenautomat, sollten so platziert werden, dass sie nicht im Weg sind und keinen Schaden nehmen können.

Um die Ausrüstung zu montieren, setze Dich am besten auf eine Bank oder einen Stuhl und nimm Dir etwas Zeit.

### Schritt 1:

Zunächst schraubst Du den Ventilstutzen vom Ventil ab. Er dient beim Transport der Druckluftflaschen dem Schutz des Ventils. Dadurch ist das Eindringen von Sand und anderen Partikeln fast unmöglich.

An Urlaubsorten findest Du oft statt dieser Ventilstutzen Klebestreifen, die das Ventil vor Sand schützen.

### Schritt 2:

Jetzt befestigst Du das Jacket an der Flasche, indem Du es über die Flasche stülpst. Die Öffnung des Flaschenventils zeigt zum Backpack. Denke daran, den „Fangriemen“ über den Flaschenhals bzw. das Flaschenventil zu ziehen. Der Fangriemen dient dazu, um die Tauchflasche, sollte sie sich doch einmal von der Jacketbebanderung lösen, aufzufangen.

Kontrolliere jetzt schon, ob sich das Jacket in der richtigen Höhe befindet. Das vermeidet späteres Entfernen und erneutes Montieren. Die Oberkante des Jackets sollte sich etwa mit der Ventilunterkante auf gleicher Höhe befinden.



*Überprüfen der richtigen Höhe des Jackets*

## Unterrichtseinheit 2

---

Befestige das Jacket mit dem dafür vorgesehenen Verschluss an der Flasche. Kontrolliere ob das Jacket gut an der Flasche befestigt ist, indem Du am Jacketband rüttelst.

### Schritt 3:

Suche die Ventilöffnung der Flasche nach Beschädigungen ab. Im Normalfall ist die Ventilöffnung von einem O-Ring umgeben und sauber.

Jetzt kannst Du Deinen Lungenautomaten am Flaschenventil befestigen. Löse zunächst die Schutzkappe von der 1. Stufe. Schraube dann das Gewinde der 1. Stufe an das Flaschenventil. **Achte darauf, dass Du das Gewinde nicht zu fest anziehst.**

Um ein Umfallen der Flasche zu vermeiden, klemme diese zwischen Deine Beine.



*Angeschlossene Erste Stufe*

### Schritt 4:

Schließe jetzt den Inflatorschlauch an den Inflator an. Achte darauf, dass die Verbindung zwischen Schlauch und Inflator fest ist.

### Schritt 5:

Lege den Finimeter mit dem Glas gegen den Boden oder halte diesen in der linken Hand von Dir und anderen Personen weg gerichtet. Der Finimeter ist mit einem Hochdruckschlauch mit der Flasche verbunden. Es ist äußerst unwahrscheinlich, aber dennoch möglich, dass beim Aufdrehen der Flasche das Glas des Finimetergehäuses platzt. Umherfliegende Glassplitter könnten Personen verletzen. Deshalb achte darauf, dass Du immer **das Finimeter beim Aufdrehen der Flasche Richtung Boden hältst.**



*Finimeter beim Aufdrehen der Flaschen gegen den Boden halten !*

Jetzt kannst Du die Flasche aufdrehen.

Drehe das Flaschenventil ganz auf, und dann um eine halbe Drehung wieder zu.

Es ist schon vorgekommen, dass nur gering aufgedrehte Flaschen nach einer gewissen Zeit keine Luft mehr liefern. Auf diese Weise, die Flasche vor dem Tauchgang zu öffnen, gibt Dir die Sicherheit, dass diese „**ganz**“ **geöffnet** ist.

### **Schritt 6:**

Als nächstes testest Du den Atemregler und den Oktopus.

Beim Atemregler solltest Du die Funktion und die Luftqualität testen.

Du nimmst den Atemregler in den Mund und nimmst zwei bis drei Atemzüge. Ist der Atemregler o.k., so kannst Du leicht Luft bekommen. Schmeckt die Atemluft der Flasche seltsam, so tauche nicht und mache Dein Tauchgeschäft darauf aufmerksam. Luftverunreinigungen können zu ernsthaften Tauchunfällen führen.

Den Oktopus testest Du am besten, indem Du ihn, wie beim Atemregler, in den Mund nimmst und einige Atemzüge machst, oder, indem Du die Luftdusche betätigst.

### *Test der Funktionstüchtigkeit der Atemregler*



#### **Schritt 7:**

Nun kontrollierst Du auf dem Finimeter, ob der Flaschendruck ca. 200 bar beträgt und Du so Deinen Tauchgang auch wie geplant beginnen kannst.

Ist die Flasche nur halb voll oder zeigt die Finimeteranzeige 0 bar, so solltest Du sowohl die Flasche, als auch den Finimeter kontrollieren lassen.

#### *Finimeterkontrolle*



#### **Schritt 8:**

Stecke nun den Oktopus in die dafür vorgesehene Halterung ein. Nimm alle Schläuche zusammen und lege diese auf das SCUBA.

Nun ist das Tauchgerät bereit und Du kannst die restlichen Vorkehrungen für den Tauchgang treffen.

### II.4. Anlegen der Ausrüstung

Bevor Du das SCUBA anlegst, solltest Du Deinen Tauchanzug, sowie Füßlinge anziehen.

Das Anziehen des Tauchanzuges kann manchmal Schwierigkeiten bereiten. Ein Tipp ist, den Anzug vorher nass zu machen. So lässt er sich einfacher anziehen.

Jetzt solltest Du den Bleigurt anlegen. Hier gilt es zu beachten, dass Du diesen am losen Ende nimmst, so dass die Gewichtsstücke nicht aus dem Bleigurt rutschen können.

Zum Schließen des Bleigurtes lehnt Du Dich nach vorn.



*Beim Anlegen des Bleigurtes ist zu beachten, diesen am losen Ende zu halten*

Beim Anlegen der restlichen Ausrüstung lässt Du Dir am besten von Deinem Tauchpartner helfen. Du breitest den Bauchgurt und die Schnallen des Jackets so aus, dass Du einfach hineinschlüpfen kannst.

Dein Tauchpartner hält Dir das Gerät, so dass Du es leicht anziehen kannst. Achte darauf, dass keine Schläuche oder andere Ausrüstungsgegenstände unter der Bänderung eingeklemmt werden.



*Partnerhilfe beim Anziehen des Tauchgeräts*

Hast Du das SCUBA an, so schließe Bauchgurt und weitere Verschlüsse. Stelle ggf. das Jacket auf Deine Größe ein, indem Du die Schultergurte öffnest oder enger stellst. Kontrolliere nun, ob die Flasche in der richtigen Höhe sitzt. Ist diese zu hoch angebracht, so stößt Du mit dem Hinterkopf an das Ventil. Ist dies der Fall, so musst Du das Tauchgerät nochmals ablegen.

Nun setzt Du Dich an den Beckenrand oder stützt Dich an Deinem Partner ab und ziehst die Geräteflossen an.

Im Freiwasser kannst Du die Flossen anziehen bevor Du ins Wasser gehst. Bei dieser Methode solltest Du rückwärts ins Wasser laufen. Dadurch wird das Hinfallen, sowie das Beschädigen der Flossen vermieden.

Eine andere Methode im Freiwasser ist, die Flossen im halbhohen Wasser anzuziehen. Hier bläst Du Dein Jacket etwas auf, so das Du bequem im Wasser an der Oberfläche auf dem Rücken treibst. Nimm jetzt die Flossen und ziehe diese, wie auch an Land, an.

Als letztes ziehst Du Deine Maske über. Du kennst schon die Methode, die die Maske vor dem Beschlagen schützt. Denke daran alle Haare aus dem Dichtrand zu entfernen und den Schnorchel, falls noch nicht geschehen, an der linken Seite der Maske anzubringen.

Blase Dein Jacket etwas auf, so dass Du nicht direkt beim Sprung ins Wasser untergehst.

### II.5. Ausrüstungskontrolle

Haben Du und Dein Partner nun die komplette Ausrüstung angezogen, so führst Du einen Check durch. **Dieser Check ist vor jedem Tauchgang unbedingt erforderlich!**

Hast Du einmal beim Zusammenbau etwas vergessen zu montieren oder falsch angebracht, so kann es innerhalb dieses Ausrüstung- oder **Buddychecks** behoben werden.

Mit dem Buddycheck kontrollierst Du:

#### 1. das Jacket Deines Partners

- sind alle Verschlüsse (Bauchgurt, Brustgurt) zu
- ist der Inflator richtig angeschlossen und funktionsfähig (Du solltest den Inflator testen)

#### 2. den Bleigurt Deines Partners

- ist der Bleigurt angelegt
- ist er richtig verschlossen (Schnellabwurfschnalle darf sich nur mit der rechten Hand öffnen lassen)

#### 3. sämtliche Schnallen und Verschlüsse

#### 4. den Atemregler und Oktopus

- funktioniert der Atemregler und Oktopus (unbedingt ausprobieren)

#### 5. die Flasche

- ist die Flasche fest am Jacket angebracht
- ist die Flasche ganz aufgedreht
- laufen alle Schläuche frei

Ist alles in Ordnung, so solltest Du Deinem Partner ein **abschließendes o.k.** geben. Natürlich muss Dein Partner auch Dich checken.

### II.6. Pflege der Ausrüstung

Die komplette Ausrüstung sollte nach jedem Tauchgang mit klarem Süßwasser abgespült und anschließend getrocknet werden. Du solltest keinen Ausrüstungsgegenstand zum Trocknen in die Sonne legen.

Ist die Ausrüstung trocken, so kann sie verstaut werden.

Der Lungenautomat ist so zusammenzulegen, dass die Schläuche nicht geknickt werden.

Der Tauchanzug sollte nicht zusammengelegt, sondern auf einen Kleiderbügel aufgehängt werden. Durch das Aufhängen wird vermieden, dass das Neopren Knicke bekommt und dadurch an Isolationsfähigkeit einbüßt.

In der Druckluftflasche sollte immer ein Restdruck von mind. 20 bar sein. Dies schützt vor Korrosion. Die Druckluftflasche sollte bei längerer Tauchpause stehend gelagert werden.

Generell gilt es zu beachten, dass Lungenautomat und Tauchflasche regelmäßig gewartet werden müssen. Die Tauchflasche aus Stahl muss alle 2 Jahre zum TÜV, die Aluflasche alle 6 Jahre.

### II.7. Die Unterwasserzeichen

Unter Wasser können wir uns beim Tauchen mit Unterwasserzeichen verständigen. Es gibt ca. 40 Unterwasserzeichen, von denen Du aber nur einige beherrschen musst, um sicher zu tauchen.

***Das Grundprinzip der Unterwasserzeichen ist, dass bewegte Zeichen Gefahr bedeuten, unbewegte Zeichen eine Information oder Anweisung ausdrücken.***

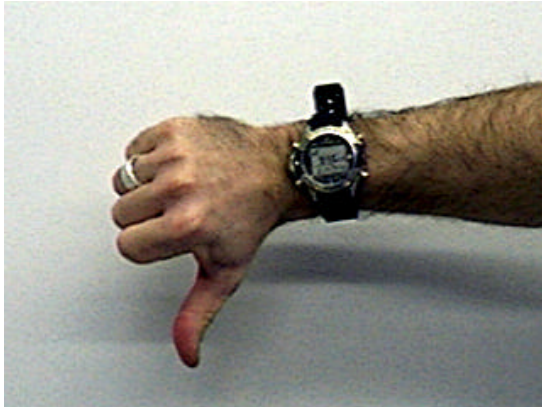


## Unterrichtseinheit 2

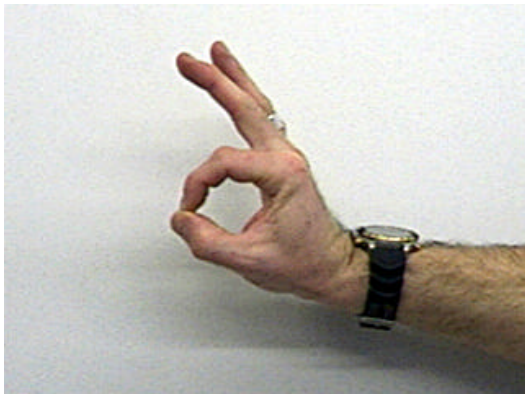
---

Hier die wichtigsten Unterwasserzeichen:

### Abtauchen



### OK



### Auftauchen



**Stop**



**Kein Druckausgleich**



**Irgendetwas stimmt nicht**



**Ich bekomme keine Luft mehr**



Ich friere



## II.8. Das Partnersystem

Beim Schnorcheltauchen hast Du schon vom Partnersystem gehört. Beim Gerätetauchen ist das Partnersystem, auch **Buddy-System** genannt, sehr wichtig. Das Buddy-System besagt, dass Du immer mit einem Partner tauchen sollst. Das Buddy-System beginnt aber schon vorher. Dein Partner hilft Dir beim Anlegen der Ausrüstung, wie Du auch ihm hilfst. Er bespricht und plant mit Dir den Tauchgang. Und er ist in einer Notsituation für Dich da.

Ein Tauchgangsplanung sollte

- Kurs unter Wasser
- Ein- und Ausstiegsstellen
- Maximale Tiefe und Zeit
- Vorgehen bei Notfällen
- Wiederholung der Handzeichen
- Umkehrpunkt, sowie

Ziel und Zweck eines Tauchgangs festlegen.

***Hast Du Deinen Partner unter Wasser verloren, so suche nicht länger als 1 Minute. Tauche dann langsam zur Oberfläche auf.***

Mit dem Partner kann man seine Erfahrungen unter Wasser teilen und kann die Unterwasserwelt viel entspannter beobachten, da der Partner zur Tauchsicherheit beiträgt.

Deshalb heißt ein weiteres „Tauchgesetz“: ***Tauche nie alleine !***

### II.9. Gerätegewöhnung

Bevor Du den Lungenautomaten im Wasser verwendest, probiere das Atmen aus dem Automaten zunächst einmal an Land.

Anschließend begibst Du Dich in flaches Wasser, so dass Du noch stehen kannst. Nimm den Lungenautomaten in den Mund, lege Dich auf den Bauch und atme über den Automaten.

Du wirst feststellen, dass Du genau so wie an Land weiteratmen kannst, ohne dass Du den Kopf aus dem Wasser heben musst.

Als nächstes versuchen wir uns im flachen Wasser mit Hilfe der Flossen fortzubewegen.

Lasse dazu etwas Luft aus Deinem Jacket, so dass Du sinkst. Bewege Dich nun mit den Flossen langsam vorwärts.

Wenn Du Dich wohl fühlst, so kannst Du Dich jetzt in tieferes Wasser begeben.

#### II.9.1. Aufblasen und Entleeren des Jackets

Um auf- und abzutauen benötigst Du das Jacket. Das Jacket hat einen Westenkörper, der Dir Auftrieb verschafft.

Wenn Du ins Wasser gehst, solltest Du Dein Jacket etwas aufblasen, so dass Du nicht gleich untergehst.

Das Jacket hat zwei Bedienungsknöpfe. Ein Knopf dient zum Befüllen mit Luft aus der Druckluftflasche, der andere dient zum Entlüften.



*Der Inflator*

Voraussetzung, dass das Jacket voll funktionsfähig arbeitet, ist dieses mit dem Inflatorschlauch richtig zu verbinden.

Du kannst das Jacket auch mit dem Mund aufblasen. Probiere dies jetzt aus. Diese Übung werden wir auch später unter Wasser durchführen. Sie dient im Notfall zur Tarierungskontrolle oder zum Aufstieg, falls keine Luft aus der Tauchflasche geliefert werden kann oder die Verbindung zwischen Flasche und Jacket defekt ist.

Aber schon jetzt kannst Du ausprobieren, wie das funktioniert.

Drücke dabei auf den Entlüftungsknopf, hier blau gekennzeichnet, halte ihn gedrückt und blase Luft in das Jacket. Lasse den Knopf wieder los, wenn Du in das Jacket geatmet hast. So wird vermieden, dass Luft entweichen kann.

### II.9.2. Ausblasen des Lungenautomaten

Beim Herausnehmen des Lungenautomaten aus dem Mund füllt dieser sich mit Wasser. Um uns beim Einatmen nicht mit Wasser zu verschlucken, müssen wir den Lungenautomaten ausblasen.

Beim Ausblasen atmest Du einfach in den Automaten hinein. Dadurch wird das Wasser verdrängt und Du kannst wieder normal aus dem Automat atmen. Der Lungenautomat muss sich dabei in einer aufrechten Position befinden.

Eine zweite Methode den Lungenautomaten auszublase, ist das Betätigen der Luftdusche. Während Du die Luftdusche betätigst, muss Du die Öffnung des Mundstückes mit der Zunge blockieren um zu verhindern, dass Wasser in den Rachenraum gelangt. Jetzt ist der Automat wieder frei von Wasser und Du kannst bequem atmen.

***Immer dann, wenn sich Dein Lungenautomat nicht im Mund befindet, musst Du einen ununterbrochenen Strom kleiner Luftblasen erzeugen, oder einen A-a-a-a-h-h- Laut mit dem Luftblasenstrom hervorbringen.*** Das verhindert, dass Du die Luft anhältst.

Wie Du bereits weißt, darf man beim Gerätetauchen mit komprimierter Luft ***niemals den Atem anhalten***. Eine Lungenüberdehnungsverletzung kann die Folge sein.

Wenn Du einen A-a-a-a-h-h-Laut erzeugst oder einen Luftblasenstrom aus Deinem Mund hervorkommen lässt, sind Deine Atemwege zur Lunge offen und die sich ausdehnende Luft kann ungehindert entweichen.

### II.9.3. Wiedererlangen des Lungenautomaten

Beim Tauchen kann es vorkommen, dass Dir Dein Lungenautomat aus dem Mund rutscht oder dass er Dir versehentlich „herausgeschlagen“ wird. Daher musst Du wissen, wie man seinen Automaten leicht wiedererlangen kann. Dabei gibt es zwei Methoden.

Methode 1:

Neige Deine rechte Schulter und den Oberkörper etwas nach rechts. Strecke dann Deinen rechten Arm nach hinten weg. Schwinde nun den Arm ausgestreckt nach vorne, bis der Schlauch des Lungenautomaten an Deinem Ober- oder Unterarm hängt. Greife nach dem Schlauch. Dadurch erreichst Du die zweite Stufe. Jetzt kannst Du sie wieder in den Mund führen. Denke aber daran diese vorher auszublasen.



*Wiedererlangen des Lungenautomaten (Methode 1)*

Methode2:

Hebe mit der linken Hand die Tauchflasche etwas an. Greife nun mit der rechten Hand nach hinten über Deine rechte Schulter hinweg. ertaste die Stelle, an der der Automaten Schlauch mit der ersten Stufe verbunden ist. Hast Du den rechten Schlauch, so ziehe ihn leicht zu Dir heran. Nimm die zweite Stufe in den Mund. Denke auch hier an das Ausblasen bevor Du einatmest.



*Wiedererlangen des Lungenautomaten (Methode 2)*

Denke bei der Übung „Wiedererlangen des Lungenautomaten“ daran ständig einen A-a-a-h-h- Laut zu erzeugen und dadurch Deine Atemwege offen zu halten.

### II.9.4. Maske ausblasen

Beim Schnorcheln hast Du schon das Ausblasen der Maske kennengelernt. Mit dem Tauchgerät funktioniert das noch viel einfacher, da Dir der Lungenautomat ständig Luft liefert.

Flute die Maske ein wenig, in dem Du den oberen Maskenrand leicht vom Gesicht ziehst. Jetzt dringt etwas Wasser ein. Um dieses wieder zu entfernen, drücke den oberen Maskenrand an die Stirn und nimm den Kopf in den Nacken. Dabei atmest Du durch die Nase aus. Die durch die Nase ausgeatmete Luft verdrängt das Wasser aus der Maske.

Flute nun die Maske ganz, so dass sich keine Luft mehr im Maskenraum befindet. Gehe nach derselben Methode vor.



*Maske ausblasen*

### II.9.5. Gebrauch der Flossen

Beim Schnorcheltauchen hast Du schon kennengelernt worauf es beim Gebrauch der Flossen ankommt. Langsame Kraulbeinschläge sind die übliche Fortbewegungsart beim Tauchen.

Du bewegst die Beine aus der Hüfte langsam auf und ab. Dabei sind die Beine gestreckt und nur in den Knien leicht gebeugt. Du beugst Deine Beine bei der Abwärtsbewegung und streckst sie bei der Aufwärtsbewegung.

Beim Tauchen geht es nicht darum schnell zu schwimmen.

### II.9.6. Neutrale Tarierung an der Oberfläche

Die Neutrale Tarierung an der Oberfläche dient dazu festzustellen, wie viel Blei Du beim Tauchen benötigst und den Umgang mit dem Inflator zu üben.

Zunächst bläst Du Dein Jacket fast voll auf. Du wirst feststellen, dass Du recht weit aus dem Wasser ragst. Anschließend lässt Du die Luft ab. Du wirst sinken und abtauchen.

Um nun festzustellen, ob Du die richtige Menge Blei mitführst, lasse fast alle Luft aus dem Jacket ab. Sinkst Du nun, ohne dass Du Deine Flossen benutzt, bis in Augenhöhe in das Wasser ein, so hast Du die richtige Bleimenge. Gehst Du unter, so hast Du zuviel Blei. Schaut Dein Kopf noch ganz aus dem Wasser, so hast Du zu wenig Blei – Du kannst nicht abtauchen.

### II.9.7. Druckausgleich

Du hast die beiden Techniken des Druckausgleichs schon kennengelernt. Beim Gerätetauchen funktioniert der Druckausgleich ebenso, wie beim Schnorcheltauchen.

Denke nur daran den Druckausgleich rechtzeitig durchzuführen. ***Kannst Du keinen Druckausgleich herstellen, so tauche nicht. Tauche auch nicht bei Erkältungskrankheiten.***

In der Schwimmbadlektion wirst Du genug Zeit haben den Druckausgleich zu üben.

### II.9.8. Der Abstieg

Beim Abstieg gilt es fünf Punkte zu beachten:

1. Dein Tauchpartner und Du sollten zum Abtauchen bereit sein und das auch durch ein „**Abtauchzeichen**“ signalisieren.
2. Mache einen „**Orientierungscheck**“ an der Oberfläche. D.h. suche dir einen Bezugspunkt, der Dir als Orientierung dienen kann.
3. **Wechsle von Schnorchel auf den Lungenautomaten.**
4. **Halte die Zeit des Abstiegs mit der Uhr fest**, indem Du den Stelling einstellst, oder die Zeit stoppst.
5. **Lasse Luft aus Deinem Jacket** und beginne mit dem Abstieg (Füße voran). Denke daran ständig Druckausgleich durchzuführen.



### II.9.9. Der Aufstieg

Wie beim Abstieg, gibt es beim Aufstieg auch fünf Punkte zu beachten:

1. Signal geben zum **Auftauchen**.
2. Halte die **Auftauchzeit** fest.
3. **Nimm eine Hand zum Schutz über den Kopf**. Die andere Hand kontrolliert die Tarierung am Luftablassventil des Jackets.
4. **Schau** beim Aufstieg in **Richtung Wasseroberfläche** und drehe Dich während des Aufstiegs ständig um Deine Achse.
5. Halte eine **maximale Aufstiegs geschwindigkeit** von 10 Meter / Minute ein.

### II.10. Ausrüstung demontieren

Nach jedem Tauchgang muss die Ausrüstung demontiert und gesäubert werden. Im Grunde genommen verfährt Du in umgekehrter Reihenfolge wie bei der Montage.

- Drehe das Flaschenventil zu (nicht zu fest)
- Betätige die Luftdusche, damit der gesamte Druck aus den Schläuchen entweicht
- Schraube den Lungenautomaten von der Druckluftflasche ab. Achte darauf, dass kein Wasser in den Hochdruckeingang der ersten Stufe gelangt! Trockne die Schutzkappe mit einem Handtuch ab und verschließe damit dann den Hochdruckeingang.
- Lege den Lungenautomaten zusammen
- Löse das Jacket von der Flasche
- Schraube den Ventilschutz auf die Flasche und lege sie hin !
- Schließe die Klettverschlüsse des Jackets
- Entleere das Jacket von eingedrunenem Wasser, in dem Du es etwas aufbläst, dann über die Schulter nimmst (Faltenschlauch nach unten) und den Entlüftungsknopf betätigst.

### II.11. Die Atemluft

Unsere Atemluft besteht aus:

<b>Stickstoff</b>	<b>N<sub>2</sub></b>	<b>78 %</b>
<b>Sauerstoff</b>	<b>O<sub>2</sub></b>	<b>21 %</b>
<b>Kohlendioxid</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>0,03 %</b>
<b>Edelgase und Rest</b>		<b>0,97 %</b>

Wie wir noch kennenlernen werden, wird bei der Atmung Sauerstoff im Körper verbraucht während Kohlendioxid dabei entsteht.

Atmen wir ein, so beträgt der Sauerstoffanteil 21 %. Beim Ausatmen ist der O<sub>2</sub> – Anteil nur noch ca. 17 %, während der Kohlendioxidanteil auf 4% gestiegen ist. Der Stickstoffanteil bleibt gleich.

Nun wollen wir uns noch kurz dem Partialdruck widmen. Der Partialdruck wird auch als Teildruck bezeichnet und gibt die Prozentanteile eines Gases an. Bei 1 bar hat Sauerstoff einen Teildruck von 21 %, das entspricht 0,21 bar. Der Stickstoff hat einen Teildruck von 0,78 bar.

### II.12. Das Gesetz von Dalton

**John Dalton (1766 - 1844)** war ein englischer Wissenschaftler, der zum ersten Mal untersuchte, wie sich Teilgase eines Gasgemisches unter Druck verhalten.

Das Gesetz von Dalton beschreibt das unterschiedliche Verhalten eines Gases, innerhalb eines Gasgemisches bei unterschiedlichen Teil - oder Partialdrücken.

***Der Gesamtdruck eines Gasgemisches ist gleich der Summe der Partialdrücke seiner einzelnen Bestandteile.***

Unsere Atemluft setzt sich im wesentlichen aus ca. **78% Stickstoff, 21% Sauerstoff und 1% sonstigen Bestandteilen** zusammen.

Auf Meereshöhe bei 1 bar Luftdruck atmen wir demnach **Stickstoff** mit einem Partialdruck von 0,78 bar, **Sauerstoff** mit einem Partialdruck von 0,21 bar und die **sonstigen Atemluftbestandteile** mit einem Partialdruck von lediglich 0,01 bar ein.

Diese 3 Teildrücke zusammen ergeben unseren normalen Umgebungsdruck von 1 bar.

Betrachten wir uns jetzt die Situation unter Wasser.

Beim Abtauchen auf 20 m Tiefe herrscht um uns herum ein absoluter Druck von 3 bar - wir erinnern uns: 1 bar Luftdruck + 2 bar Wasserdruck

Die **2.Stufe** unseres **Lungenautomaten** liefert uns jederzeit Atemluft mit dem gleichen Druck wie unsere Umgebung.

Berechnen wir jetzt die Partialdrücke neu, so müssen wir von den neuen Druckverhältnissen ausgehen, daraus ergibt sich ein **Stickstoffpartialdruck von  $3 \times 0,78 \text{ bar} = 2,34 \text{ bar}$** , ein **Sauerstoffpartialdruck von  $3 \times 0,21 \text{ bar} = 0,63 \text{ bar}$**  und die sonstigen **Atemluftbestandteile mit einem Partialdruck von  $3 \times 0,01 \text{ bar} = 0,03 \text{ bar}$** .

Addiert man sämtliche Teildrücke, so ergibt sich exakt der vorherrschende Umgebungsdruck.

Für uns Sporttaucher von Bedeutung ist diese Erkenntnis insofern, als man damit berechnen kann **wieviele** eines Gases in **welcher Tiefe** in unserem Körper gerade gelöst ist.

**Beim Überschreiten gewisser Tiefengrenzen und daraus resultierenden höheren Teildrücken können Teile unserer Atemluft giftig werden!!!**

Des Weiteren ist es für die Berechnung der Dekompression wichtig zu wissen wieviel Stickstoff sich in unserem Körper angereichert hat. - siehe auch - **Das Gesetz von Henry**

### II.13.1. Das Gesetz von Henry - I

William Henry, ein englischer Arzt, der mit **John Dalton** teilweise zusammengearbeitet hat, fand heraus;

**dass die Menge eines Gases, welches bei gleichbleibender Temperatur innerhalb einer Flüssigkeit gelöst ist, in direktem Zusammenhang mit seinem Partialdruck steht.**

Unsere Atemluft besteht nicht nur aus Sauerstoff, sondern auch noch aus Stickstoff und verschiedenen sonstigen Bestandteilen.

In unserer Lunge findet ein sogenannter **Gasaustausch** statt. Der Sauerstoff und die anderen Bestandteile unserer Atemluft **diffundieren** durch das Gewebe direkt in unsere Blutbahn.

Umgekehrt dagegen diffundiert beim **Stoffwechsel** angefallenes Kohlendioxid in die Lunge und wird mit der Atmung ausgeschieden.

Laut dem **Gesetz von Dalton verändern sich die Teildrücke eines Gasgemisches direkt proportional zum Umgebungsdruck.**

**William Henry** fand heraus, dass die Lösung eines Gases in einer Flüssigkeit der gleichen Gesetzmäßigkeit unterliegt.

Kommen eine Flüssigkeit und ein Gasgemisch unmittelbar miteinander in Berührung, z.B. in der Lunge (Blutflüssigkeit und Atemluft) beim **Gasaustausch**, so werden sich beide vermischen, und zwar im gleichen Verhältnis der **Partialdrücke** ihrer Gasbestandteile zueinander.

Das bedeutet aber auch, dass je höher der Teildruck - **also unsere Tauchtiefe** - , desto mehr Gase sind in unserem Körper gelöst.

### II.13.2. Das Gesetz von Henry - II

Die Problematik die sich daraus für uns Sporttaucher ergibt, soll am folgenden Beispiel verdeutlicht werden.

Beispiel:

Tauchen wir aus Meereshöhe zum Fuß eines Riffes auf 20 m Tiefe ab, so hatten wir anfänglich einen Sauerstoffpartialdruck von 0,21 bar, einen Stickstoffpartialdruck von 0,78 bar, der Partialdruck der sonstigen Atemluftbestandteile betrug 0,01 bar.

Bei einem durchschnittlichen Atemzugvolumen eines gesunden jungen Mannes von ca. 0,5 l, würde das bedeuten; es sind  $0,21 \% \times 1 \text{ bar} \times 0,5 \text{ l} = 0,105 \text{ l}$  reiner Sauerstoff in unserem Blutkreislauf gelöst,  $0,78 \times 0,5 = 0,39 \text{ l}$  reiner Stickstoff und  $0,01 \times 0,5 = 0,005 \text{ l}$  sonstige Atemluftbestandteile.

## Unterrichtseinheit 2

---

Addiert  $0,105 \text{ l} + 0,39 \text{ l} + 0,005 \text{ l}$  ergibt das exakt unser angenommenes AZV (Atemzugvolumen) von  $0,5 \text{ l}$ .

Verlagern wir unser Rechenbeispiel jetzt an den Fuß unseres oben erwähnten Riffes, so ergeben sich vollkommen andere Werte.

Vorausgesetzt das AZV bleibt das gleiche ergibt sich in  $20 \text{ m}$  Tiefe eine Konzentration von:  $0,21 \% \times 3 \text{ bar} \times 0,5 \text{ l} = \mathbf{0,315 \text{ l reiner Sauerstoffes}}$ ,  $0,78\% \times 3 \text{ bar} \times 0,5 \text{ l} = \mathbf{1,171 \text{ l reiner Stickstoffes}}$ , u.  $0,01 \% \times 3 \text{ bar} \times 0,5 \text{ l} = \mathbf{0,015 \text{ l sonstige Atemluftbestandteile}}$ .

Addiert man nun  $0,315 \text{ l} + 1,17 \text{ l} + 0,015 \text{ l}$ , ergibt das unsere neue im Blutkreislauf gelöste Gasmenge - nämlich exakt  $\mathbf{1,5 \text{ l}}$  - was im übrigen auch unserem Luftverbrauch pro Atemzug auf dieser Tiefe entspricht.

Natürlich geht dieser ganze Vorgang nicht schlagartig vor sich, sondern quasi Atemzug um Atemzug. Da wir in der Regel relativ schnell auf eine bestimmte Tiefe abtauchen, um dann verhältnismäßig lange auf dieser Tiefe zu bleiben, brauchen wir geeignete Tauchtabellen um bestimmen zu können wie lange wir uns gefahrlos auf einer bestimmten Tiefe bewegen können, bis unsere Gewebesättigung einen kritischen Punkt erreicht hat.

Ebenfalls sehr wichtig ist auch der Wiederaufstieg - da hierbei, aufgrund des nachlassenden Umgebungsdruckes, die gasförmigen Bestandteile im Blutkreislauf beginnen auszuperlen und abgeatmet werden müssen.

Am ehesten vergleichbar ist dieser Vorgang mit dem Öffnen einer vorher kräftig geschüttelten Mineralwasserflasche.

Die Konsequenz daraus: ***Tauche immer langsam auf*** - max. mit einer Aufstiegs geschwindigkeit von  $10 \text{ m}$  in der Minute!!!

Du gibst damit dem Stickstoff, der sich in deinem Körper angereichert hat, die Möglichkeit abgeatmet zu werden.

## Unterrichtseinheit 3

In dieser Unterrichtseinheit erfährst Du mehr über:

**Anpassung an die Unterwasserwelt**

den **Wärmehaushalt**

**Bewegung unter Wasser**

die **Atmung**

**Alternative Luftversorgungen**

weitere **Tauchausrüstungsgegenstände**

mehr zu **Tauchphysik** und in der

**Schwimmbadlektion** werden wir uns mit

*dem Einstieg*

*dem Wechsel von Schnorchel auf den Lungenautomaten*

*dem Tauchen ohne Maske*

*der Tarierung*

*der Behandlung eines Krampfes*

*dem ermüdeten Taucher*

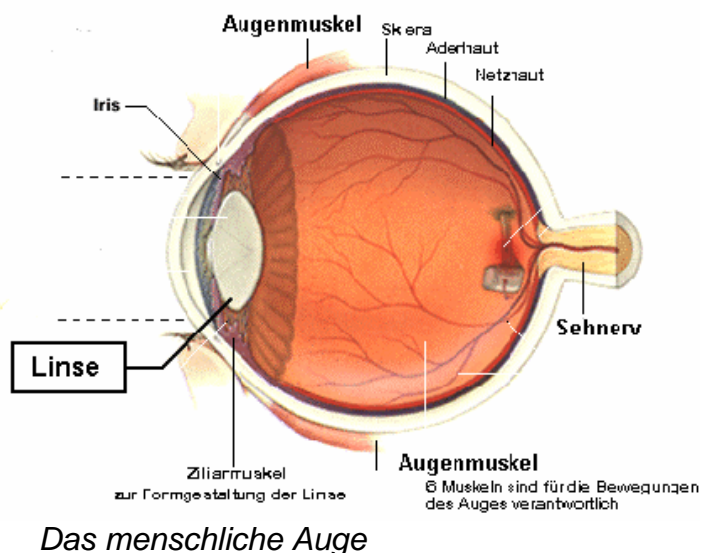
*dem Ausstieg*

beschäftigen.

### III.1. Anpassung an die Unterwasserwelt

Du hast bereits in Deiner ersten Schwimmbadlecktion Erfahrungen mit der Unterwasserwelt sammeln können. Du wirst auch festgestellt haben, dass unter Wasser einiges anders aussieht und sich auch anders anhört. Der Grund warum wir unter Wasser vieles anders empfinden ist, dass das **Wasser 800 mal dichter ist als die Luft**. Das wirkt sich sowohl auf Geräusche, als auch auf das Licht und das Temperaturempfinden aus.

#### III.1.1. Sehen unter Wasser



Für das Sehen ist außer Linse und Netzhaut, auf die das Bild projiziert wird, auch eine Vielzahl kleiner Augenmuskeln von Bedeutung. Sie bewegen das Auge in verschiedene Richtungen, regulieren die einfallende Lichtmenge und krümmen die Linse, so dass ein scharfes Bild entsteht.

Das menschliche Auge ist nicht für das Sehen unter Wasser geeignet, nur für das Sehen an der Luft. Erst durch die Tauchermaske ist es möglich Gegenstände unter Wasser klar zu erkennen.

### Unterrichtseinheit 3

---

Der Effekt, dass ein Gegenstand oder Lebewesen unter Wasser näher erscheint, entsteht durch die **Lichtbrechung**. Bei Übertritt von der Luft in das Wasser oder umgekehrt, verändert ein schräg einfallender Lichtstrahl seine Richtung. Der Grund hierfür liegt darin, dass sich **Licht im Wasser mit einer anderen Geschwindigkeit als an der Luft bewegt**.



*Ein schräg einfallender Lichtstrahl verändert beim Übertritt in Wasser seine Richtung*

Dadurch erscheinen alle Gegenstände im Wasser um  $\frac{1}{3}$  vergrößert und um  $\frac{1}{4}$  näher.



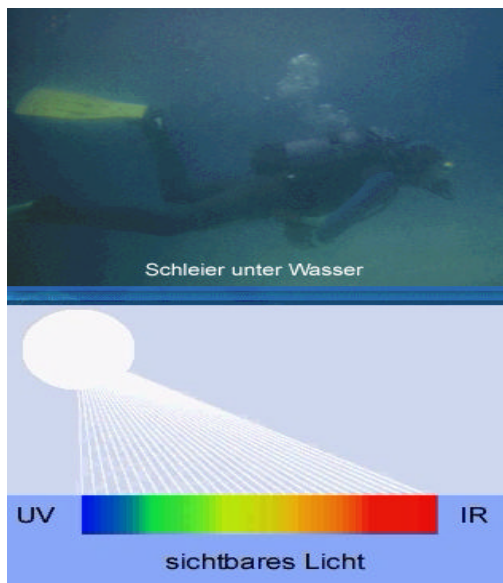
*Durch die Tauchermaske erscheinen Gegenstände um  $\frac{1}{3}$  vergrößert und um  $\frac{1}{4}$  näher*



Auch die Farben erscheinen unter Wasser verändert.

Die Ursache für diese Farbveränderung ist die Schwächung (**Absorption**) des Lichtes unter Wasser. Je tiefer getaucht wird, desto mehr Licht wird durch das Wasser absorbiert. Rotes Licht wird dabei stärker absorbiert als blaues. Rotes Licht ist so in einer Tiefe von etwa 10 Metern kaum noch zu erkennen.

Das ist auch der Grund warum Taucher auch in tropischen Gewässern eine Taucherlampe mitnehmen. Durch eine Unterwasserlampe können wieder die echten Farben gesehen werden.

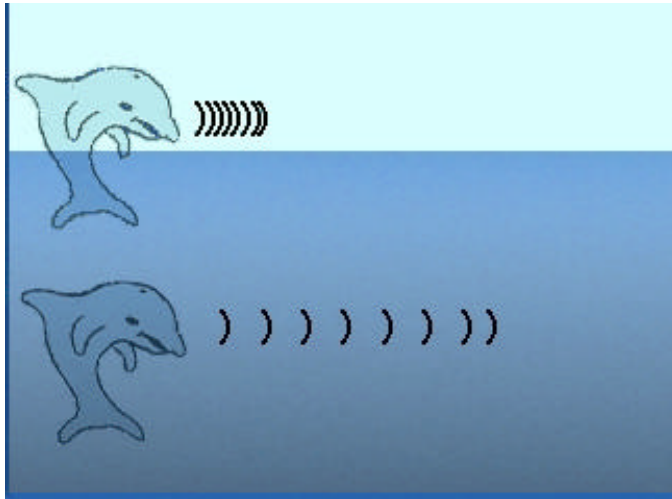


*Das Licht wird durch das Wasser absorbiert, so dass die Farben (zuerst rot) mit der Zeit verschwinden*

### III.1.2. Hören unter Wasser

Da die Schallwellen unter Wasser etwa **viermal schneller** als an der Luft transportiert werden, ist es für den Taucher fast unmöglich Schallquellen in Form von Richtung und Entfernung zu orten. Es scheint unter Wasser so, als wenn das Geräusch aus allen Richtungen gleichzeitig kommt.

Daraus entsteht das Problem, dass der Taucher mögliche Gefahren, die z.B. von fahrenden Motorbooten ausgehen, nicht orten kann.



*Schallwellen unter Wasser werden viermal schneller transportiert*

Wie Du schon weißt, ist das Sprechen unter Wasser ohne zusätzliche Hilfsgeräte nicht möglich. Die Taucherzeichen dienen Dir dazu, Dich zu verständigen. Was aber tust Du, wenn Dein Tauchpartner gerade nicht zu Dir schaut? Eine Möglichkeit ist, mit einem festen Gegenstand, z.B. dem Tauchermesser, gegen die Druckluftflasche zu klopfen.

Es gibt auch laute Unterwasserwarnsignale, die an den Inflatorschlauch angeschlossen werden und mit Druckluft aus der Tauchflasche funktionieren. Diese Signale sollten aber ausschließlich als Warnsignale und nur in Gefahrensituationen benutzt werden. Sie dienen nicht dazu, Deinen Tauchpartner auf Dich aufmerksam zu machen, wenn Du ihm einen schönen Fisch zeigen willst.

### III.1.3. Wärmeverlust im Wasser

Tauchen macht nur Spaß, wenn man nicht friert. Deshalb ist es wichtig, einen Kälteschutzanzug zu tragen. Ein Absinken der Körpertemperatur kann nicht nur einfach unangenehm sein, sondern auch ernsthafte Schädigungen hervorrufen.

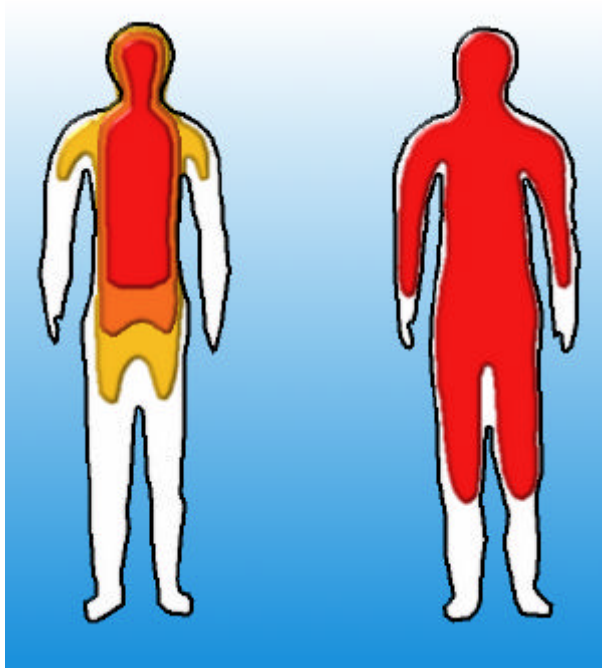
Im Wasser ist eine Wärmeübertragung von der Haut an das Wasser mehr als **200 mal größer** als an der Luft. Das lässt sich durch die **25 mal größere Wärmeleitfähigkeit** von Wasser erklären. Die Folge davon ist, dass die Hauttemperatur absinkt und nach kurzer Zeit nur geringfügig oberhalb der Wassertemperatur liegt.

Die Abnahme der Körpertemperatur im Wasser erfolgt in Abhängigkeit von der Isolation des Tauchers durch seinen Anzug. Taucher leiden unter Wasser trotz Temperaturen, die an der Luft sehr angenehm wären, an Wärmeverlust. Beispielsweise wird ein ungeschützter Taucher bei einer Wassertemperatur von 21<sup>0</sup> Celsius innerhalb weniger Minuten beginnen zu frieren.

Kühlt der Taucher zu sehr aus, sind im ersten Stadium kaum noch motorische Bewegungen möglich. Es folgen Anzeichen von Bewusstseinschwund. Schließlich kommt es zum Tod durch Herzkammerflimmern.

### III.2. Der Wärmehaushalt

Der Mensch gehört zu den Lebewesen, die ihre Körpertemperatur weitgehend unabhängig von äußeren Temperaturunterschieden gleichbleibend konstant halten können. Dies nennt man auch *homoiotherm* ( $\Leftrightarrow$  *poikilotherm*). Allerdings gilt dies nur für den **Körperkern**, der das Innere des Rumpfes und den Kopf beinhaltet. Dieser Körperkern hat eine konstante Temperatur von ca. 37<sup>0</sup> C.



Die Wärmeverteilung beim Menschen

links: ausgekühlt; rechts: normale Wärmeverteilung

Der Körper produziert ständig Wärmeenergie um zu überleben. In Ruhe werden ca. 70% im Körperkern und ca. 17% in der Muskulatur produziert. Die Wärmeproduktion steigt bei körperlicher Arbeit erheblich an. Die Wärmeabgabe erfolgt über die Oberflächen des Körpers; wir schwitzen.

Durch eine Steigerung des Muskeltonus (ohne nach außen hin sichtbare Bewegungen) kommt es zur vermehrten Wärmebildung. Sinkt die Umgebungstemperatur ab, so kommt es zum sog. **Kältezittern**. Während des Kältezitterns kann die Sauerstoffaufnahme bis um das 5fache ansteigen. Beim Kältezittern nimmt die Hautdurchblutung zu. Dadurch steigt die Hauttemperatur an, und es kommt zu einer vermehrten Wärmeabgabe an die Umgebung. Während des Kältezitterns ist die Willkürmotorik (die willentlich ausgeführten Bewegungen) gestört. Durch entsprechende Kleidung kann der Mensch Umgebungstemperaturen von – 50°C bis +100°C kurzfristig tolerieren. Dagegen führen Körperkerntemperaturschwankungen von mehr als 4°C zu Einschränkungen der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit. Extreme Temperaturen führen zum Zelltod.

### III.2.1. Temperaturregelung

Der Mensch besitzt Temperaturfühler, die die Körpertemperatur registrieren. Das **Temperaturregelzentrum** befindet sich im Hypothalamus. Weitere Temperaturfühler sind Wärme- und Kälterezeptoren der äußeren Haut. Mit besonders vielen Rezeptoren ausgestattet ist die Gesichtshaut.

### III.2.2. Hyperthermie

Hyperthermie ist ein Wärmestau. Durch extreme Wärmebelastung kann es zu einem Überschreiten der Wärmeabgabemechanismen kommen.

#### III.2.2.1. Hitzschlag

Ursache eines Hitzschlages ist die Schädigung des Temperaturzentrums durch eine hohe Körperkerntemperatur. Die Schweißproduktion ist weitgehend eingestellt.

Anzeichen:

- Desorientierung
- Trockene Haut

- Bewusstlosigkeit

Zu erkennen ist ein Hitzeschlag an einem kräftigen und schnellen Puls. Weiterhin ist die Haut gerötet und heiß.

Ein **Sonnenstich** ist eine Form des Hitzschlages, bei der die Wärmezufuhr durch Sonneneinstrahlung im Kopfbereich erfolgt.

Behandlung:

- Patient in den Schatten legen
- Haut mit Wasser befeuchten
- Luft zufächeln
- 

### III.2.2.2. Hitzekollaps

Beim Hitzekollaps kommt es zum Kreislaufversagen mit Blutdruckabfall. Es kann bis zur Bewusstlosigkeit führen. Als Behandlung reicht meist eine Lagerung in kühler Umgebung mit Wasserzufuhr aus.

### III.2.2.3. Hitzeerschöpfung

Bei einer Hitzeerschöpfung handelt es sich um eine längerfristige Erhöhung der Körperkerntemperatur die mit anderen Erkrankungen wie z.B. Durchfall einhergeht. Ein Taucher der unter einer Hitzeerschöpfung leidet hat einen schwachen und schnellen Puls sowie eine schnelle und flache Atmung. Er schwitzt übermäßig und verliert viel Flüssigkeit. Symptome sind Schwäche und Übelkeit. Als Erstbehandlung gilt eine Flachlagerung und das Trinken von Elektrolytlösungen.

### III.2.3. Hypothermie

Hypothermie beinhaltet ein Absinken der Körperkerntemperatur. Die Kälteabwehrvorgänge sind überbeansprucht.

Allgemein ist bei Unterkühlung zu beachten den Patienten nicht zu bewegen, um eine Vermischung des kälteren Blutes mit dem wärmeren zu vermeiden. Dieser Effekt wird auch als **after-drop** bezeichnet und verstärkt die Gefahr eines Herzkammerflimmerns.

Wenn sich der Taucher plötzlich behaglich fühlt, da warmes Blut die Haut durchströmt, ist dies ein Anzeichen, dass der Taucher in einem unkontrollierten Maß Wärme verliert und seine Körperkerntemperatur sehr schnell absinkt.

Mit dem Absinken der Körperkerntemperatur geht eine Abnahme der geistigen Fähigkeiten einher. Der Taucher ist unkoordiniert, vergesslich und schläfrig.

### III.2.4. Was ist von allgemeinem Interesse?

Frauen besitzen weniger Schweißdrüsen; ca. 1,8 Millionen im Gegensatz zu Männern mit ca. 2,5 Millionen. Dafür weisen Frauen eine bessere Wärmeleitfähigkeit in heißer Umgebung auf.

Durch sportliche Aktivitäten können Flüssigkeitsverluste durch Schwitzen von mehreren Litern pro Stunde auftreten. Dabei verliert der Körper Wasser und Salz (Kochsalz NaCl). Beim Tauchen ist der Flüssigkeitsverlust im allgemeinen nicht so hoch. Dennoch ist der Verlust an Wasser und Salzen messbar. Daher sollte nach dem Tauchgang, sowie zwischen den Tauchgängen auf eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr geachtet werden. Diese sollte sich auf nicht-alkoholische und nicht-koffeinhaltige Getränke beschränken.

## III.3. Bewegung unter Wasser

Wie solltest Du Dich unter Wasser bewegen – schnell oder langsam ?

Wenn Du Dich sehr schnell bewegst, gerätst Du auch schnell außer Atem. „Außer Atem geraten“ wird auch als **Essoufflement** bezeichnet. Ein Essoufflement kann bis zur Kohlendioxidvergiftung führen, deren Ursache eine Ermüdung der Atemmuskulatur ist. Mit zunehmender Tauchtiefe steigt auch der Druck und damit die Dichte der Atemluft, so dass Turbulenzen entstehen können. Der Atemwiderstand steigt an, und die Atemmuskulatur wird stärker beansprucht. Die Folge sind Ermüdungserscheinungen; die Atmung wird flacher und schneller. Durch diese „Hechelatmung“ ist die Sauerstoffaufnahme reduziert und als weiteren negativen Effekt steigt die CO<sub>2</sub>-Konzentration im Blut an. Es kommt zu

Vergiftungserscheinungen wie Kopfschmerzen, Lufthunger, Übelkeit, Schwindel, Bewusstseinstörungen und zuletzt Bewusstlosigkeit.

Bei diesen Symptomen ist schnelle Hilfe des Tauchpartners unbedingt erforderlich.

Weiterhin kann es bei hektischen Bewegungen unter Wasser schnell zu Krämpfen kommen.

**Beim Tauchen sollst Du Dich entspannen.** Deshalb bewege Dich unter Wasser langsam und genieße die Dinge und Lebewesen die Du siehst.

Das Wasser, dessen Dichte größer ist als die der Luft, „zwingt“ Dich fast dazu, Dich langsamer zu bewegen.

Weiterhin entscheidet die Oberfläche, die Du dem Wasser als Widerstand entgegensetzt darüber, wieviel Energie Du benötigst. Ein stromlinienförmiger Taucher benötigt weniger Energie, als ein Körper, der eine große Angriffsfläche bietet. Das bedeutet für das Tauchen, sich möglichst **stromlinienförmig im Wasser zu bewegen** und auch seine Ausrüstung dem anzupassen.

### III.4. Die Atmung

Der Mensch kann einige Tage ohne Wasser und sogar einige Wochen ohne Nahrung auskommen, doch Sauerstoff kann er nur begrenzt speichern und nicht länger als einige Minuten ohne diesen überleben.

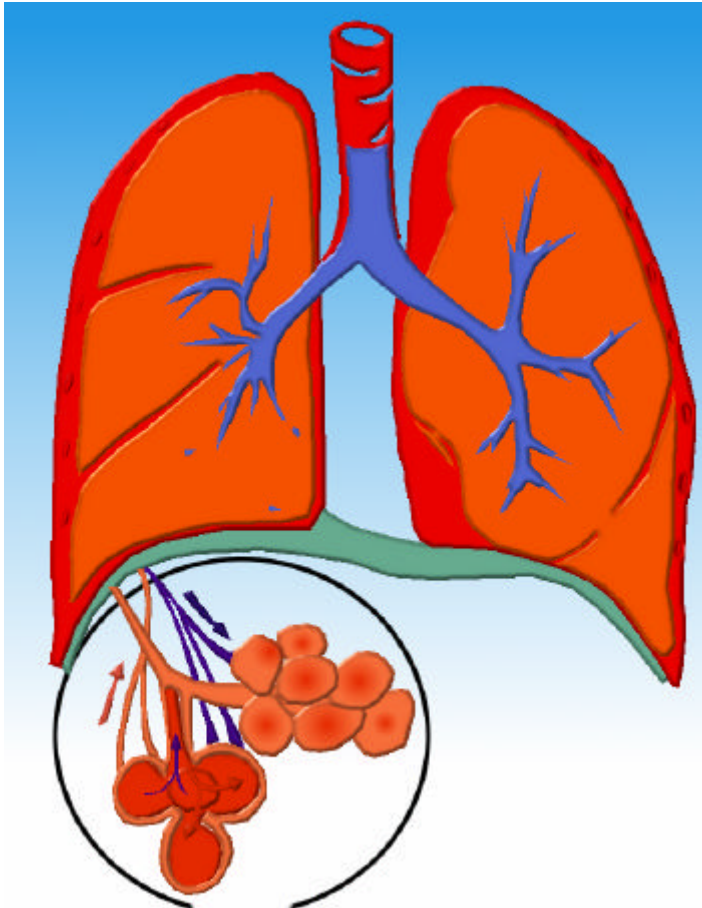
Atmen wir durch die Nase ein, so wird die Luft im **Nasen-Rachen-Raum** gereinigt, angefeuchtet und auf die Körpertemperatur erwärmt. Über den Rachenraum gelangt die Luft zum Kehlkopf. Von hieraus geht es weiter über die Luftröhre zu den beiden Hauptbronchien, dann zu der linken und rechten Lunge. In der Lunge erfolgt eine weitere Verzweigung der Atemwege in kleinere **Bronchien** und **Bronchiolen**.

Allgemein hat die Atmung die Aufgabe, alle Körperteile mit Sauerstoff zu versorgen, sowie das durch Stoffwechselfvorgänge entstehende Kohlendioxid abzutransportieren.

Die Steuerung der Atemfrequenz und Atemzugtiefe erfolgt im Atemzentrum, das sich im verlängerten Rückenmark befindet. Die Sensoren dort registrieren den CO<sub>2</sub>- und O<sub>2</sub>-Teildruck im arteriellen Blut und den Dehnungszustand der Lunge.

Dementsprechend steuert das Atemzentrum die Frequenz und die Atemzugtiefe über Befehle an die Atemmuskulatur.

### III.4.1. Anatomie der Lunge



*Schematische Darstellung der Lunge mit Alveolen*

Die Lunge liegt im knöchernen Brustkorb und besteht aus zwei Lungenflügeln. Sie ist von zwei dünnen Häuten, dem **Lungenfell** und dem **Brustfell**, umgeben. Zwischen den beiden Häuten befindet sich ein schmaler, mit Flüssigkeit gefüllter Spalt, der **Pleuraspalt**, in dem ständig Unterdruck herrscht.

Der Gasaustausch findet in den **Alveolen** statt. Die Alveolen sind traubenartig angeordnete, mit einer sehr dünnen Haut umgebene Lungenbläschen. Sie sind mit kleinsten Blutgefäßen umgeben. Die Funktionsfläche einer durchschnittlich großen Lunge beträgt ca. 100 m<sup>2</sup>.



### III.4.2. Atemarbeit

In Ruhe verbraucht die Atemmuskulatur nur wenig Energie (ca. 1 Prozent). Bei intensiven Belastungen, zum Beispiel Sport, kann der Anteil der Atemarbeit auf bis zu 10 Prozent des gesamten Energieumsatzes des Körpers ansteigen.

### III.4.3. Funktion der Atemwege

- Erwärmung der Atemluft
- Anfeuchtung der Atemluft
- Säuberung der Atemluft
- Riechfunktion
- Resonanzorgan

### III.4.4. Physiologie der Atmung

Der wichtigste Atemmuskel ist das **Zwerchfell**, das als horizontal liegender Muskel den Thoraxraum nach unten gegen die Bauchhöhle abschließt.

Die Lunge ist aus elastischen Fasern aufgebaut und hat die Tendenz sich zusammenzuziehen. Sie muss den Bewegungen des Brustkorbes folgen. Beim Einatmen muss aktive Muskelarbeit geleistet werden, der Ausatmenvorgang erfolgt passiv.

#### III.4.4.1. Inspiration (Einatemphase)

Die Einatemphase ist ein aktiver Vorgang, bei dem sich der Thoraxinnenraum durch Kontraktion von Zwerchfell und äußeren Zwischenrippenmuskeln vergrößert.

#### III.4.4.2. Expiration (Ausatemphase)

Die Ausatemphase ist ein passiver Vorgang, bei dem die Atemmuskulatur erschlafft. Der Thoraxinnenraum verkleinert sich.

Bei körperlicher Arbeit wird die Atemhilfsmuskulatur zusätzlich eingesetzt, um die Atmung dadurch zu vertiefen.

### III.4.5. Atemwerte

Die durchschnittliche **Atemzugtiefe** (junger Mann) beträgt ca. 0,5 l.

#### Vitalkapazität

Als Vitalkapazität wird die Gesamtmenge der maximal zu bewegenden Luft zwischen tiefster Ausatmung und tiefster Einatmung bezeichnet. Die Vitalkapazität beträgt durchschnittlich 4,5 l.

Als **Residualvolumen** wird die Menge an Luft bezeichnet, die nach tiefster Ausatmung in der Lunge verbleibt. Dies sind etwa 1,5 l.

Die Summe von Vitalkapazität und Residualvolumen ergibt die **Totalkapazität** der Lunge.

Lungenvolumina hängen sehr stark von Geschlecht, Lebensalter, Körpergröße und Trainingszustand ab.

Nicht vergessen werden darf das **Totraumvolumen**. Es ist das Volumen der Atemwege von der Nase bis zu den kleinen Bronchiolen. Es beträgt ca. 150 ml. Das Totraumvolumen ist nicht direkt am Gasaustausch in der Lunge beteiligt, sondern wird nur bei jedem Atemzyklus in den Atemwegen hin- und herbewegt. Die Funktionen des Totraumes sind Luftzuleitung, Reinigung und Erwärmung, sowie Anfeuchten der Luft.

### III.4.6. Der Gasaustausch

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen einem **äußeren** und einem **inneren Gasaustausch**. Der äußere Gasaustausch findet in der Lunge zwischen **Lungenalveolen** und **Lungenkapillaren** statt, während der innere Gasaustausch zwischen **Körperzellen** und **Gewebekapillaren** stattfindet.

#### III.4.6.1. Äußerer Gasaustausch

Das kohlendioxidreiche Blut, das von den Körpergeweben über das rechte Herz kommt, wird in der Lunge (bei Kontakt von Lungenkapillaren und Alveolen) vom CO<sub>2</sub> befreit und mit Sauerstoff angereichert. Das O<sub>2</sub>-reiche Blut fließt nun durch die linke Herzhälfte. Von hier aus wird es in den gesamten Organismus gepumpt.

#### III.4.6.2. Innerer Gasaustausch

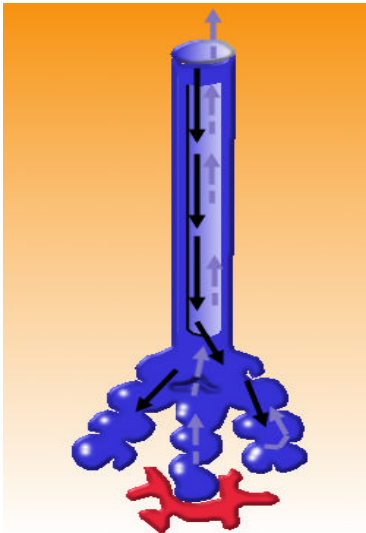
Der Gasaustausch im Körpergewebe erfolgt entlang dem Konzentrationsgefälle. Sauerstoff diffundiert in gelöster Form aus den Kapillaren in die Körperzellen.

## Unterrichtseinheit 3

---

Kohlendioxid wiederum diffundiert aus den Körpergeweben über die Gewebekapillaren in die Kapillaren.

Sobald  $O_2$  an den roten Blutfarbstoff **Hämoglobin** gebunden ist, wird es über die entsprechenden Blutbahnen zu den Verbrauchsstellen transportiert. Hier wird das zur Energiegewinnung nötige  $O_2$  von den Körperzellen aufgenommen und das Stoffwechselprodukt  $CO_2$  dem Blut zugeführt.



*Gasaustausch (schematische Darstellung)*

### III.4.7. Hyperventilation

Hyperventilation ist eine bewusste oder unbewusste Mehratmung. Bei der Hyperventilation wird vermehrt  $CO_2$  abgeatmet und so der arterielle  $CO_2$ -Teildruck erniedrigt. Dies verzögert den Befehl an das Atemzentrum mit der nächsten Einatemphase zu beginnen. Die Hyperventilation sollte bei Langstreckentauchversuchen unbedingt vermieden werden, da es hierdurch zu einem **Black-out** (Bewusstlosigkeit) kommen kann.

### III.4.8. Das Atmen beim Tauchen

Du hast nun in den vorhergehenden Seiten einiges über die Atmung gelernt. Taucher nehmen ihren Luftvorrat auf dem Rücken in Form einer Flasche mit. Im Prinzip erfolgt die Atmung beim Tauchen wie die Atmung über Wasser, nur dass wir nicht über die Nase ein- und ausatmen können, sondern nur über den Mund. Weiterhin solltest Du beim Tauchen wissen, wie Du am besten atmest.

Um eine Pendelatmung zu vermeiden (hoher Kohlendioxidanteil in der Atemluft), solltest Du **flaches Atmen vermeiden**. Atmest Du tief, dann gelangt mehr frische, sauerstoffhaltige Luft in den Körper.

Es ist also wichtig, sowohl beim Gerätetauchen, als auch beim Schnorcheltauchen effektiv zu atmen. **Effektiv bedeutet langsam, tief und fortwährend.**

Bewegst Du Dich beim Tauchen sehr schnell und überanstrengst Dich, dann kannst Du außer Atem geraten. Es kann zu einer Kohlendioxidvergiftung kommen, deren Ursache eine Ermüdung der Atemmuskulatur ist. Mit zunehmender Tauchtiefe steigt auch der Druck und damit die Dichte der Atemluft, so dass Turbulenzen entstehen können. Der Atemwiderstand steigt an, und die Atemmuskulatur wird stärker beansprucht. Die Folge sind Ermüdungserscheinungen; die Atmung wird flacher und schneller. Durch diese „Hechelatmung“ ist die Sauerstoffaufnahme reduziert und als weiteren negativen Effekt steigt die CO<sub>2</sub>-Konzentration im Blut an. Es kommt zu Vergiftungserscheinungen wie Kopfschmerzen, Lufthunger, Übelkeit, Schwindel, Bewusstseinstörungen und zuletzt Bewusstlosigkeit.

Deshalb ist es wichtig **unter Wasser Überanstrengungen zu vermeiden**. Wenn Du Symptome wie Erschöpfung, Schwäche, angestregtes Atmen oder Muskelkrämpfe bemerkst, so **stoppe jegliche Aktion, ruhe dich aus, indem Du tief atmest**. Halte Dich dabei, möglichst irgendwo fest.

Hast Du Dich an der Oberfläche überanstrengt, so blase Dein Jacket etwas auf und lege Dich auf den Rücken. Wenn Du Dich erholt hast, so schwimme mit langsameren Bewegungen weiter.

### III.4.8.1. Atemregeln

1. Atme langsam, tief und fortwährend.
2. Ist Wasser in den Lungenautomaten oder Schnorchel eingedrungen, so atme langsam ein, damit kein Wasser in den Rachenraum gelangt.
3. Nach Ausblasen des Lungenautomaten oder Schnorchels, atme immer langsam und vorsichtig ein.
4. Verwende bei eingedrungenem Wasser im Lungenautomat oder Schnorchel Deine Zunge als Spritzschutz.

### III.5. Alternative Luftversorgungen

Bei Notfällen, in denen die Luft knapp wird, gibt es für den Taucher mehrere Möglichkeiten, um sicher die Oberfläche zu erreichen.

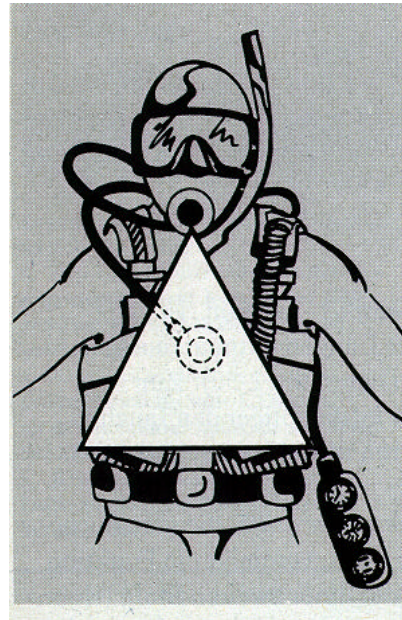
Eine alternative Luftversorgung in Form einer zweiten Stufe, auch **Oktopus** genannt, hat sich im internationalen Tauchsport in den letzten Jahren immer mehr durchgesetzt und ist heute nicht mehr wegzudenken.

Der Oktopus ist an der ersten Stufe des Lungenautomaten befestigt. Er ist eine leicht zu erreichende Luftquelle für den Tauchpartner. Dadurch ist es nicht mehr nötig mit dem Tauchpartner „ohne Luft“ eine Wechselatmung mit nur einem Automaten durchzuführen. Der Oktopus ist ein enormer Sicherheitsfaktor beim Tauchen.

Sowohl der Oktopus, als auch die Halterung, an der er befestigt ist, sollte farblich, wie hier im Bild, markiert sein. Zudem sollte der Oktopus gut sichtbar im Dreiecksbereich zwischen Mund und den unteren Rippen angebracht sein. Er muss zwar sicher befestigt sein, aber jederzeit bei Bedarf ein leichtes Ergreifen und Lösen ermöglichen.



*Verschiedene Oktopusvarianten*



*Der Oktopus sollte sich im Dreiecksbereich Mund/untere Rippen befinden*

Ein alternatives Luftversorgungssystem, die sog. **Pony-Flasche**, ist eine zusätzlich angebrachte kleine Flasche (ca. 2-4 l), die auch mit einem Lungenautomaten versehen ist.

Eine weitere alternative Luftversorgung sind sog. **Notflaschen** oder **Spare-Air-Systeme**. Dies sind kleine Flaschen (ca. 0,5 – 1 l) mit direkt befestigtem Mundstück. Sie können am Jacket angebracht werden. Sie sind nur für einen Notaufstieg gedacht.

### III.6. Tauchinstrumente/ Ausrüstung II

#### III.6.1. Der Tiefenmesser

Ein unentbehrliches Instrument für jeden Taucher und Tauchgang ist der Tiefenmesser. Er gibt die **aktuelle Tiefe** und die **tiefste Stelle des Tauchgangs** mittels eines **Schleppzeigers** an. Durch die Tiefe bestimmen sich mögliche Dekompressionsstops und die Zeiten, die zwischen mehreren Tauchgängen liegen. Tiefenmesser müssen eine gute Ablesbarkeit bieten. Weiterhin sollten sie eine möglichst gespreizte Skala aufweisen. Die maximale Fehlertoleranz sollte in allen Bereichen nicht mehr als 5% betragen.



*Der Tiefenmesser*

Man unterscheidet:

#### a) Den Boyle-Mariotteschen Tiefenmesser

Der Boyle-Mariottesche Tiefenmesser ist ein kreisförmig gebogenes, auf der einen Seite geöffnetes, auf der anderen Seite verschlossenes, luftgefülltes Röhrrchen, das sich bei zunehmendem Wasserdruck (also beim Tiefertauchen) mit Wasser füllt. Nach dem Gesetz von Boyle-Mariotte ist die Luftmenge, die im Röhrrchen eingeschlossen ist, bei 10 m nur noch halb so groß, bei 20 m nur noch ein Drittel so groß usw..

### b) Der Rohrfedertiefenmesser

Ein bogenförmiges Röhrchen aus federndem Metall (Bourdon-Rohr) wird mit dem vorhandenen Wasserdruck belastet. Dadurch streckt oder krümmt sich das Rohr und die Bewegung wird auf einen Zeiger übertragen. Der Rohrfedertiefenmesser ist recht genau, besonders in der Tiefe.

### c) Membrantiefenmesser

Der Druck wirkt auf eine flexible Metalldose. Die Bewegungen werden auf einen Zeiger übertragen. Membrantiefenmesser funktionieren besonders in geringen Tiefen genau.

### d) Digitale Tiefenmesser

Digitale Tiefenmesser sind in den letzten Jahren verstärkt im Tauchsport zu finden. Sie besitzen eine sehr große Genauigkeit.

## III.6.2. Der Kompass



### *Der Kompass*

Der Kompass dient als wichtige Orientierungshilfe beim Tauchen. Durch den Kompass kann man eine **Richtungskontrolle** und einen **Richtungswechsel** gut durchführen.

Der Kompass sollte mit einer übersichtlichen, in 360° unterteilten Skala ausgestattet sein. Ein drehbarer, einrastender Außenring mit Nullmarkierung erleichtert das Navigieren. Zudem sollte eine Peileinrichtung nicht fehlen.

### III.6.3. Die Taucheruhr

Wichtig bei Taucheruhren ist der einstellbare **Tauchzeitring** der bei jeder Einstellung einrastet und nur **entgegen dem Uhrzeigersinn** verdrehbar sein sollte; er muss auch mit Tauchhandschuhen zu betätigen sein. Weitere Kriterien sind die Druckfestigkeit der Automatik- oder Quarzuhr, die gute Ablesbarkeit, das kratzfeste Glas, das Leuchtzifferblatt und ein verstellbares oder elastisches Armband.



*Die Taucheruhr*

Bevor es Tauchcomputer gab, waren Taucheruhren eines der wichtigsten Messinstrumente.

Es sollte aber bedacht werden, dass Tauchcomputer mit Batterien betrieben werden und diese oftmals die schlechte Angewohnheit haben im ungünstigsten Moment ihren Geist aufzugeben.

Bei Ausfall des Tauchcomputers ist die Taucheruhr ein unersetzliches Instrument, um den Tauchgang sicher zu beenden.

Deshalb ist es in der Tauchausbildung wichtig, mit der Taucheruhr umgehen zu können.



### III.6.4. Tauchcomputer / Dekompressiometer

Tauchcomputer arbeiten mit großer Genauigkeit und Zuverlässigkeit. Sie sind in den 80iger Jahren auf den Markt gekommen. Die anfängliche Skepsis der Taucher ist heute verschwunden und der Tauchcomputer ist kaum mehr wegzudenken.

Tauchcomputer arbeiten mit Mikroprozessoren. Sie liefern eine ständige Analyse des Tauchgangsprofils. Dadurch ist es möglich ein Dekompressionsprogramm zu errechnen. Weiterhin zeigen Sie die **aktuelle Tauchtiefe**, die **Tauchzeit** und die **Maximaltiefe** an.

Tauchcomputer errechnen auch die notwendigen **Dekompressionsstops**. Sie zeigen die Tiefe und die Zeit an, auf der dekomprimiert werden muss. Weiterhin warnen die meisten Computer mit einem **akustischen Signal** vor einem zu schnellen Auftauchen.



*Der Tauchcomputer*

Neuere **Tauchcomputer** berücksichtigen ständig die Daten des Tauchganges mit denen des individuellen Verhaltens des Tauchers, z.B. die Arbeitsbelastung, die Abkühlung und den Luftverbrauch.

Das Tauchen mit Computer darf aber nicht dazu führen, die Grenzen auszureizen. Jeder Mensch hat eine unterschiedliche Tagesform. Diese Tagesform entscheidet mitunter auch über die individuelle Sättigungstoleranz gegenüber Stickstoff.

## Unterrichtseinheit 3

---

Ein Tauchcomputer darf weder von 2 Tauchern gleichzeitig benutzt werden, noch nach dem ersten Tauchgang an den Partner übergeben werden. 2 Tauchpartner, die zwar denselben Tauchgang zusammen unternommen haben, haben dennoch kein identisches Tauchgangsprofil. Vielleicht hat ein Taucher etwas länger an einem Fischschwarm gewartet und ist dadurch eine zeitlang 1-2 m tiefer gewesen.

Nach dem Tauchgang liefern Tauchcomputer Informationen über die notwendige Wartezeit, die bis zum nächsten Flug erforderlich ist.

Neuere Tauchcomputer können an den PC angeschlossen und so die Tauchgangsdaten übertragen werden.



*Tauchcomputer mit PC - Anschluss*

### III.6.5. Die Konsolen

Früher wurden alle einzelnen Instrumente am Handgelenk befestigt. Heute sind immer häufiger sog. Konsolen zu sehen. Sie fassen mehrere Instrumente, wie z.B. Finimeter, Tauchcomputer, Tiefenmesser und Kompass in einer Apparatur zusammen. Meist werden die Konsolen mittels eines kleinen Karabinerhakens am Jacket befestigt, so dass diese sich immer am selben Platz befinden und mit einem Griff erreichbar sind.



*Die Konsole mit Finimeter, Tiefenmesser und Kompass*

### III.6.6. Die Taucherflagge

Die Taucherflagge hat eine Größe von ca. 30\*40 cm. Sie sollte vor dem Tauchgang am Schiff oder an einer Taucherboje angebracht werden. Sie dient zum Signalisieren: **“Achtung, hier sind Taucher im Wasser“**. Damit werden nicht nur die Taucher gesichert, sondern auch die Schifffahrt gewarnt.

Die in Deutschland übliche Taucherflagge „Taucher im Wasser“ ist ein weiß-blauer Wimpel.



*Die Taucherflagge*

## III.7. Tauchphysik II -Temperatur - und Volumenänderung

### III.7.1 Das Gesetz von Gay - Lussac - I

Der Franzose **Louis Joseph Gay-Lussac** (1778 - 1850) formulierte bereits 1802 sein berühmtes Gesetz zur Wärmeausdehnung von Gasen.

***Bei gleichbleibendem Druck ändert sich ein Gasvolumen im gleichen Verhältnis wie die absoluten Temperaturen zueinander.***

Mit absoluten Temperaturen ist immer die Temperaturangabe in Kelvin gemeint.

Diese wird ermittelt, indem man zur Grad Celsiusangabe den Wert - 273 dazu addiert.

Gay-Lussac ging davon aus, dass ein Gas welches man auf den absoluten Nullpunkt (-273°C) abkühlt, kein Volumen mehr besitzt und sich bei anschließender Erwärmung pro Grad Kelvin exakt um 1/273 seines ursprünglichen Volumens bei Null Grad Celsius ausdehnt.

1 Grad Celsius und 1 Grad Kelvin sind in der Differenz jeweils gleich große Werte. Beide Physiker (Gay-Lussac und Celsius) gingen nur jeweils von verschiedenen Nullpunkten für ihre Temperaturskalen aus. Celsius von dem Gefrierpunkt von Wasser und Kelvin vom absoluten Nullpunkt, bei dem sämtliche Moleküle aufhören sich zu bewegen.

### III.7.2. Das Gesetz von Gay - Lussac - II

Der zweite Teil des Gesetzes von Gay-Lussac beschreibt das Verhalten eines Gases bei gleichbleibendem Volumen.

***Bei gleichbleibendem Volumen erhöht sich der Ausgangsdruck eines Gases zum Enddruck im gleichen Verhältnis wie die Ausgangstemperatur zur Endtemperatur zueinander.***

Beispiel:

Eine mit 200 bar Pressluft gefüllte 10 l Stahlflasche steht im Kompressorraum einer Tauchbasis bei einer Umgebungstemperatur von 20°C.

Ein Tauchschüler legt die Flasche ins Freie zum Weitertransport an den Tauchplatz.

Nach kurzer Zeit hat sich unsere Pressluftflasche infolge starker Sonneneinstrahlung auf 60°C erwärmt. Auf wieviel bar ist der Druck in der Flasche angestiegen?

Diese Aufgabe können wir mit Hilfe des Gesetzes von Gay - Lussac lösen.

Da wir immer mit absoluten Werten rechnen, müssen wir auch den Luftdruck berücksichtigen.

Ausgangsdruck = 200 bar Flaschendruck + 1 bar Luftdruck = 201 bar absoluter Druck

Ausgangstemperatur = 20°C - entspricht 293K absoluter Temperatur.

Endtemperatur = 60°C - entspricht 333K absoluter Temperatur.

Der Enddruck ergibt sich aus dem Produkt von Anfangsdruck und Endtemperatur, dividiert durch die Anfangstemperatur.

$$\frac{201 \text{ bar} \times 333 \text{ K}}{293 \text{ K}} = 228,44 \text{ bar}$$

***In unserem Beispiel hätte die Pressluftflasche nach der Erwärmung einen absoluten Druck von 228,44 bar – 1 bar Luftdruck ergibt rund 227 bar Flaschendruck.***

### III.7.3. Die allgemeine Gasgleichung

Fasst man die Gesetzmäßigkeiten, die Boyle / Mariotte und Gay-Lussac entdeckt haben in einer einheitlichen Formel zusammen, so erhält man die allgemeine Gasgleichung.

$$\frac{\text{Ausgangsdruck} \times \text{Ausgangsvolumen}}{\text{Ausgangstemperatur}} = \frac{\text{Enddruck} \times \text{Endvolumen}}{\text{Endtemperatur}}$$

Die konstante Größe lässt sich dabei jeweils herauskürzen.

Die allgemeine Gasgleichung ist für uns Sporttaucher von besonderer Bedeutung, da sich damit sämtliche Zustände eines Gases bezogen auf Temperaturänderung, Druckänderung und/oder Volumenänderung berechnen lassen.

Praktische Anwendung findet diese Gasgleichung z.B. bei der Atemluftversorgung eines Tauchers von der Oberfläche mittels eines Kompressors.

## III.8. Schwimmbadlektion 3

In der zweiten Schwimmbadlektion hast Du den ersten Kontakt mit der Tauchausrüstung gehabt. Du hast das erste Mal unter Wasser aus dem Lungenautomaten geatmet und einige Übungen durchgeführt.

In dieser Schwimmbadlektion wollen wir Deine Unterwasserfertigkeiten erweitern.

Die nun folgenden Übungen dienen dazu, Dir den Umgang mit den verschiedenen Tauchausrüstungsgegenständen zu erleichtern.

### III.8.1. Der Einstieg

Es gibt unterschiedliche Methoden, mit dem Tauchgerät in das Wasser zu gelangen. Für den Einstieg sollte aber prinzipiell immer die leichteste gewählt werden. Am Meer kannst Du von Land aus oftmals einfach in das Wasser hineinwaten. Vom Boot aus kommst Du nicht um einen Sprung herum.

## Unterrichtseinheit 3

---

Generell gilt für jeden Einstieg, dass Du die Orientierung behältst und Deine Ausrüstung während des Einstiegs vor Verlust sicherst.

Kontrolliere beim Einstieg:

- ob die **Einstiegstelle frei** ist,
- ob Dein **Jacket etwas aufgeblasen** ist, so dass Du nicht gleich abtauchst,
- ob Dein **Partner** auch **zum Einstieg bereit** ist,
- ob Deine **Ausrüstung** so **gesichert** ist, oder von Dir festgehalten wird, dass sie beim Einstieg nicht verloren geht.

Mache nach dem Einstieg unverzüglich die **Einstiegsstelle frei**.

Zwei Einstiegsmethoden werden nun vorgestellt:

### **Methode 1 – der Schrittsprung**

Diese Art des Einstiegs kannst Du im Schwimmbad oder von einem Tauchboot aus benutzen.

Du legst Deine Ausrüstung komplett an (denke daran, das Jacket etwas aufzublasen). Anschließend ziehst Du Deine Maske an und kontrollierst deren Sitz. Nun nimmst Du den Lungenautomaten in den Mund. Damit Du beim Eintauchen in das Wasser Maske und Lungenautomaten nicht verlierst, sicherst Du diese mit der rechten Hand, wie hier im Bild zu sehen ist. Mit der linken Hand sicherst Du Deine Konsole mit den Tauchinstrumenten, indem Du sie leicht an den Körper gedrückt hältst. Jetzt gehst Du so weit wie möglich nach vorne, so dass nur noch die Fersen aufstehen. Schau nochmals ob die Einstiegsstelle frei ist. Nun folgt ein großer Schritt nach vorne. Sobald Du im Wasser bist, gibst Du das **OK Zeichen**. Mache unverzüglich die Einstiegsstelle frei.



*Großer Schritt vorwärts*

### **Methode 2 – das Hineingehen**

Bei dieser Art legst Du auch Deine Ausrüstung komplett an, ziehst die Maske über und nimmst den Schnorchel oder den Lungenautomaten in den Mund. Jetzt nehmen Du und Dein Tauchpartner Euch an die Hand und geht langsam rückwärts in das Wasser.

Diese Methode wird vor allem angewandt, wenn Wellengang herrscht.



*Hineingehen ins Wasser (bei Wellengang)*

Eine weitere Methode, die oft auf kleineren Tauchbooten angewandt wird, ist das rückwärts Hineinrollen. Hierbei setzt Du Dich auf den Rand des Bootes und rollst Dich über den Bootsrand nach hinten in das Wasser. Dabei solltest Du darauf achten, dass Ausrüstungsgegenstände, wie Finimeter, gesichert in der Hand gehalten werden, damit sie nirgends am Bootsrand hängen bleiben können.

### III.8.2. Wechsel von Schnorchel auf den Lungenautomaten

Häufig schnorchelst Du zum Tauchplatz, um Luft zu sparen. Am Tauchplatz angekommen wechselst Du vom Schnorchel auf den Lungenautomaten.

Ergreife den Lungenautomaten wie Du es gelernt hast und nimm ihn in die rechte Hand. Nimm noch einen Atemzug aus dem Schnorchel und wechsle dann auf den Lungenautomaten. Denke daran diesen **auszublasen**, bevor Du einatmest.

Nach einem Tauchgang wechselst Du vom Lungenautomaten zum Schnorchel. Diese Methode funktioniert ebenso leicht. Nimm noch einen Atemzug aus dem Automaten und wechsle dann auf den Schnorchel. Blase den Schnorchel aus.



*Wechsel von Schnorchel auf den Lungenautomaten*

### II.8.3. Tauchen ohne Maske

Du hast in den vorherigen Lektionen schon gelernt, wie man eine vollgelaufene Maske entleert. Da es aber auch passieren kann, dass Dir die Maske ganz vom Gesicht (z.B. durch den Flossenschlag Deines Tauchpartners) gestoßen wird, musst Du lernen wie man diese wieder unter Wasser aufsetzt.

Du hast auch schon gelernt, wie man ohne Maske unter Wasser atmen kann ohne dass Wasser in die Nase gelangt. Dies ist auch hier wichtig.



### **Unterrichtseinheit 3**

---

Du flutest Deine Maske und nimmst sie langsam vom Gesicht. Nun setzt Du die Maske wieder auf das Gesicht. Das Maskenband streifst Du über den Handrücken. Kontrolliere mit der anderen Hand, dass sich keine Haare im Maskendichtrand befinden. Sitzt die Maske jetzt richtig, so kannst Du sofort mit dem Ausblasen der Maske beginnen oder zuerst das Maskenband über den Kopf streifen und dann mit dem Ausblasen beginnen so wie Du es schon gelernt hast.



*Ausblasen der Maske*

Hast Du das Abnehmen und Aufsetzen der Maske einige Male geübt und fühlst Dich wohl dabei, so solltest Du einige Meter ohne Maske tauchen. Das kann Anfangs mit Begleitung Deines Tauchlehrers sein, indem er Dich an die Hand nimmt. Später solltest Du das Tauchen ohne Maske auch alleine versuchen, wobei Dich immer ein Taucher begleiten wird.



*Tauchen ohne Maske*

### III.8.4. Tarierung

In der ersten Schwimmbadlektion hast Du gelernt, wie man richtig austariert ist. Wir wollen nochmals kurz auf die Tarierung zu sprechen kommen.

Wie Du gelernt hast, hängt die Menge an Blei die Du mit Dir führst, zum einen mit Deinem Körpergewicht zusammen, zum anderen ob und welche Art von Anzug Du trägst.

Trägst Du einen 3 mm Nasstauchanzug, so brauchst Du weniger Blei, als wenn Du mit einen 7 mm Nasstauchanzug oder gar mit einem Trockenanzug bekleidet bist.

Einige Gründe, warum eine richtige Tarierung Vorteile hat, werden wir Dir hier nennen.

1. Beim Abtauchen von der Oberfläche brauchst Du bei einer richtigen Tarierung nur auszuatmen, und schon sinkst Du ab.
2. Nach dem Auftauchen hast Du einen leicht positiven Auftrieb.
3. Während des Tauchgangs musst Du mit einer richtigen Tarierung weniger Anpassungen vornehmen.

Hast Du zuviel Blei, so musst Du während des Tauchgangs viel Luft im Jacket haben, um neutral tariert zu sein. Das bedeutet aber unnötige Anstrengung durch einen erhöhten Schwimmwiderstand.

Führst Du zu wenig Blei mit Dir, so kannst Du möglicherweise gar nicht abtauchen. Gelingt es Dir doch, so bekommst Du am Ende des Tauchgangs zuviel positiven Auftrieb und kommst zu schnell an die Oberfläche.

Du siehst, wie wichtig eine richtige Tarierung ist. Nimm Dir im Schwimmbad und später auch im Freiwasser Zeit, um Deine Tarierung zu kontrollieren und ggf. nachzubessern.

### III.8.5. Behandlung eines Krampfes

Beim Tauchen oder Schnorcheln kann es vorkommen, dass Du einen Krampf im Wadenbereich bekommst, wenn Du Dich überanstrengt hast. Kälte, ungenügende Fitness oder falsche Flossen können ebenfalls zu Krämpfen führen. Deshalb gilt als erste Regel um Krämpfe zu vermeiden, die richtige Flossenwahl, zudem ein ausreichender Kälteschutz und Training.

## Unterrichtseinheit 3

---

Ein Krampf ist eine unwillkürliche Muskelkontraktion mit schmerzhaften Begleiterscheinungen.

Tritt ein Krampf unter Wasser auf, so stoppe zuerst jede Aktion. Löse den Krampf, indem Du den Fuß ausstreckst, ihn an der Flosse hältst und dadurch die betroffene Muskelpartie dehnt. Nach einiger Zeit wird der Krampf dadurch verschwinden. Warte etwas bist Du weiter tauchst. Vermeide zu große Anstrengung, indem Du die Belastungsintensität etwas herabsetzt.



*Lösen eines Krampfes*

### III.8.6. Der ermüdete Taucher

Jedem Taucher kann es passieren, dass er sich überanstrengt. Meist geschieht dies beim Schnorcheln zum Tauchplatz oder vom Tauchgang zurück an Land oder zum Boot.

Merkst Du Anzeichen von Ermüdung oder bist einem Krampf nahe, so stoppe jede Aktion und ruhe Dich aus, indem Du Dein Jacket etwas aufbläst und Dich auf den Rücken legst. Kannst Du nach einigen Minuten nicht weiter, so wird Dein Tauchpartner Dir behilflich sein. Es gibt zwei Möglichkeiten den ermüdeten Taucher an das Ufer oder ans Boot zu befördern, das Schleppen und das Schieben.

Doch zuerst, bevor wir das Schleppen und Schieben eines ermüdeten Tauchers üben, solltest Du das Schnorcheln an der Oberfläche mit Geräteausrüstung trainieren.

Beim Schnorcheln an der Oberfläche gilt es zu beachten, dass Deine Flossen unter der Wasseroberfläche sind, um die Effektivität des Flossenschlages voll auszunutzen. Weiterhin solltest Du darauf achten, dass Deine Körperhaltung möglichst stromlinienförmig ist um den Schwimmwiderstand gering zu halten.

Wenn Du das geübt hast, wollen wir uns dem Schleppen und Schieben zuwenden.

### **Unterrichtseinheit 3**

---

Ein Partner simuliert den ermüdeten Taucher. Die Hilfe des Tauchpartners beginnt indem er positiven Auftrieb herstellt.

Beim Schleppen fasst Du das Ventil der Druckluftflasche und schleppest Deinen Partner hinter Dir her.



*Schleppen eines ermüdeten Tauchers*

Beim Schieben gibt es zwei Methoden. Bei der ersten Methode greifst Du den ermüdeten Taucher mit einer Hand unter die Achsel, mit der anderen fasst Du ihn am Oberarm. So schiebst Du ihn vor Dir her.



*Schieben eines ermüdeten Tauchers (Methode 1)*

Bei der anderen Methode, nimmst Du die Beine des ermüdeten Tauchers auf Deine Schultern und schiebst ihn so vor Dir her.



*Schieben eines ermüdeten Tauchers (Methode 2)*

Probiere beide Methoden aus. Tauscht dann die Rollen, indem Du jetzt den ermüdeten Taucher simulierst, während Dein Partner Dich schleppt und schiebt.

### III.8.7. Der Ausstieg

Im Schwimmbad solltest Du beim Ausstieg folgendes beachten:

Lege zuerst den Bleigurt, dann das Tauchgerät und zum Schluss die Flossen ab. Dein Tauchpartner steht am Beckenrand und nimmt Dir Deine Geräte ab.

Beim Ablegen des Tauchgerätes solltest Du darauf achten, das Jacket vorher etwas mit Luft zu füllen, damit das Gerät nicht untergeht. Jetzt ziehst Du das Gerät aus und hältst es dem Helfer außerhalb des Beckens so hin, dass er es am Ventil ergreifen kann.

Beim Ausstieg im Freiwasser gibt es noch andere Techniken, die wir später besprechen und erlernen werden.

## **Unterrichtseinheit 4**

In dieser Unterrichtseinheit wollen wir uns beschäftigen mit:

der **Tauchgangsplanung**

dem **Problem-Management**

weiteren **Ausrüstungsgegenständen**

der **Tauchphysiologie II**

dem **Herz** und in der

**Schwimmbadlektion** mit

der ***Neutralen Tarierung***

dem ***Pivoting***

der ***alternativen Luftversorgung***

dem ***abblasenden Lungenautomaten*** und

dem ***kontrolliert schwimmenden Notaufstieg***.

### IV.1. Tauchgangsplanung

Die Tauchgangsplanung ist sehr wichtig, um die Sicherheit zu gewährleisten und Spaß am Tauchgang zu haben. Werden Punkte bei der Tauchgangsplanung vernachlässigt oder gar vergessen, so kommen beide Aspekte, die Sicherheit und der Spaß, zu kurz.

#### IV.1.1. Vorausplanung

Zur Vorausplanung eines Tauchgangs gehören zunächst einmal

- die Wahl des/der **Tauchpartners/in**,
- Festlegung des **Ziels** (Ort Tauchplatz)
- Festlegung des **Zwecks** des Tauchgangs (Übungen, Ausbildung, Fun-dive)
- Festlegung der **Zeit** des Tauchgangs oder der Tauchgänge und die
- Besprechung der **Tauchgangs-Logistik** (Wann ? Was ? Wie ?).

Schauen wir uns die Tauchgangs-Logistik etwas näher an.

Zur Logistik gehören Fragen, wie:

Wann brechen wir zum Tauchplatz auf ?

Was nehmen wir alles mit ?

Wie kommen wir zum Tauchplatz ?

Welche **Notfalladressen** benötigen wir ?

Die **Notfalladressen** sind ein wichtiger Punkt bei der Logistik. Hierbei geht es darum zu klären, wo die nächsten Krankenhäuser, Dekompressionskammern oder Ärzte zu finden und wie sie zu erreichen sind.

Weiterhin gilt zu klären, wo das nächste Telefon ist.

#### IV.1.2. Vorbereitung

Zur Vorbereitung eines Tauchgangs gehört zunächst einmal die **Ausrüstungsinspektion**. Prüfe Deine Ausrüstung auf mögliche Beschädigungen.

Weiterhin solltest Du checken, ob Deine **Pressluftflasche** gefüllt ist.

Packe dann Deine Ausrüstung in eine Tasche oder Kiste und überprüfe anhand der **Checkliste**, ob Du an alles gedacht hast. Packe Deine Ausrüstung so, dass das, was zuerst gebraucht wird, obenauf liegt.

# CHECKLISTE "FREIWASSER-AUSRÜSTUNG"

### GRUNDAUSRÜSTUNG:

- Tauchflasche
- Flossen, Maske, Schnorchel
- Jacket
- Tauchanzug
- Handschuhe
- Bleigurt
- Lungenautomat
- Kompass
- Tauchcomputer
- Messer
- Uhr
- Logbuch
- Tauchtabellen

### ZUSATZAUSRÜSTUNG:

- Boje & Flagge
- UW Schreibtafel und Bleistift
- Sammelbehälter
- Buddy-Leine
- Kamera / Film
- Taucherlampe

### ERSATZ-AUSRÜSTUNG:

- Flaschen
- Blei
- Neopren-Kleber
- Bänder
- Batterien
- O-Ringe
- Werkzeug
- Nylon-Schnur

### PERSÖNLICHE DINGE:

- Sonnenbrille
- Sonnenschutz
- Toilettenartikel
- Essen / Trinken
- Badesachen
- Handtuch
- Jacke
- Extra Kleidung
- Geld
- Brevet



### IV.1.3. Vorbereitung in letzter Minute

Bevor Du tauchen gehst, solltest Du noch nach dem **Wetterbericht** schauen. Dies ist nicht nur in Gegenden, in denen das Wetter schnell umschlagen kann von Bedeutung, sondern auch in unseren Breitengraden. Im Sommer kann z.B. ein Gewitter dazu führen, den Tauchgang zu verschieben.

Weiterhin solltest Du bei einer Person zu Hause Deinen **Tauchgangsplan** hinterlassen. Du solltest dieser Person mitteilen, **mit wem, wohin und wie lange Du etwa tauchen gehst**. Sage dieser Person was zu tun ist, wenn Du Dich verspätest. Hast Du beispielsweise ein Handy dabei, so hinterlasse Deine Nummer.

Überprüfe noch einmal, ob Du an alles gedacht hast.

### IV.1.4. Planung am Tauchplatz

Du bist nun am Tauchplatz angekommen. Jetzt gilt es vor dem Tauchgang noch ein paar Dinge zu berücksichtigen.

**Beurteile die allgemeinen Bedingungen am Tauchplatz.** Entscheide Dich dann, ob die Bedingungen für Deinen Tauchgang und das Tauchziel günstig sind. Hast Du irgendwelche Zweifel, so verschiebe den Tauchgang oder suche einen alternativen Tauchplatz auf und überprüfe dort die Bedingungen.

Wähle eine **Ein- und Ausstiegsstelle**.

Besprich und wähle mit Deinem Tauchpartner zusammen einen **Tauchkurs**, den Ihr einschlagen wollt.

Besprich und wiederhole mit Deinem Tauchpartner die **Handzeichen** und weitere Formen der Verständigung (z.B. Schreibtafeln).

Besprich was **im Falle einer Trennung** von Deinem Tauchpartner zu tun ist. Generell gilt: falls Du von Deinem Tauchpartner unter Wasser getrennt wirst, **so suche maximal eine Minute und tauche dann unter Einhaltung der vorgeschriebenen Auftauchgeschwindigkeit auf**. An der Oberfläche werdet Ihr, wenn Ihr nach diesem Verfahren vorgeht, Euch wiederfinden.

Trefft Absprachen bezüglich **Tauchzeit, Tauchtiefe** und bei welchem **Luftvorrat** der Rückweg angetreten wird bzw. aufgetaucht wird.

Besprich was bei Eintreten eines **Notfalls** zu beachten ist.

## **CHECKLISTE "TAUCHGANGSPLANUNG"**

### **VORAUSSPLANUNG:**

Tauchpartner \_\_\_\_\_  
Datum und Uhrzeit \_\_\_\_\_  
Ziel/Zweck des Tauchganges \_\_\_\_\_  
Tauchplatz/-stelle \_\_\_\_\_  
Alternative(r) Tauchplatz(-plätze) \_\_\_\_\_  
Besondere Angaben \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
Treffpunkt und Zeit \_\_\_\_\_  
Spezielle oder extra Ausrüstung \_\_\_\_\_  
Wettervorhersage und Wasserbedingungen vorab erfragen \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### **VORBEREITUNG:**

Flasche(n) gefüllt \_\_\_\_\_  
Ausrüstung inspiziert \_\_\_\_\_  
Ausrüstung gekennzeichnet \_\_\_\_\_  
Ersatzteil-Liste \_\_\_\_\_  
Bleimenge angepasst \_\_\_\_\_  
Ausrüstung packen \_\_\_\_\_  
Informationen über neue Plätze \_\_\_\_\_  
Lokale Notfall-Kontaktinformation \_\_\_\_\_

### **IN LETZTER MINUTE:**

\_\_\_\_\_ Gesund, ausgeschlafen, gegessen?  
\_\_\_\_\_ Gutes, zuversichtliches Gefühl zum Tauchen?  
\_\_\_\_\_ Überprüfe Wetter- und Wasserbedingungen.  
\_\_\_\_\_ Letzte Überprüfung aller notwendigen Gegenstände.  
\_\_\_\_\_ Hinterlasse bei jemandem, der nicht mitgeht, eine Tauchplan-Information  
(Tauchplatz, etwaige Rückkehrzeit, was zu tun ist, wenn bis zu diesem Zeitpunkt keine  
Rückmeldung vorliegt etc.)  
\_\_\_\_\_ Essen und Getränke einpacken

**Kontrolliere:** Karte(n)/ Jacke/ Medikamente/ Badehosen/ Handtuch/ Geld/ Sonnenbrille/  
Weiteres

### **AM TAUCHPLATZ:**

\_\_\_\_\_ Beurteile die Bedingungen, entscheide, ob getaucht wird oder nicht.  
\_\_\_\_\_ Stelle fest und überprüfe die nächsten Verständigungsmittel (Telefon, Funk).  
\_\_\_\_\_ Wähle Ein- und Ausstiegspunkte, Alternativen, Einstiegstechniken.  
\_\_\_\_\_ Regle das Buddy-System.  
\_\_\_\_\_ Erziele Übereinstimmung über:  
Tauchmuster/-richtung/ Tiefe/ Tauchzeit/ Luftreserve Verfahren in einem  
Notfall

**PROBLEME?** Telefon-Nr. \_\_\_\_\_

### IV.1.5. Das Briefing

Erfolgt ein Tauchgang mit Schülern, so gibt der **Instructor** kurz vor dem Tauchgang das sogenannte **Briefing**. Im Briefing sind enthalten:

- **Ziele und Zweck** des Tauchgangs
- **Übungsab- und reihenfolge**
- Einteilung in **Buddyteams**
- **Sicherheitsmaßnahmen – und regeln**
- **Tauchzeit**
- **Tauchtiefe**
- **Ein- und Ausstiegsstelle** sowie Formen des Ein- und Ausstiegs
- **Tauchbedingungen**
- **Unterwasserlandschaft**
- **Sichtverhältnisse**
- **Strömungen**
- **Wasserverhältnisse**
- **Kälte**

### IV.1.6. Anlegen der Ausrüstung und Buddycheck

Im letzten Schritt erfolgt nun das Anlegen der Ausrüstung und der **Buddycheck**. Gehe so vor, wie Du es schon gelernt hast. Lasse Dir Zeit beim Zusammenbau Deines Tauchgerätes und überprüfe selbst nochmals alle Funktionen, wie z.B. den Lungenautomaten, das Jacket, den Kompass, den Tauchcomputer usw.

Bist Du damit komplett fertig, so lege die Ausrüstung an. Lasse Dir beim Anlegen des Tauchgerätes von Deinem Tauchpartner helfen. Anschließend führt Ihr bei Euch einen Buddycheck durch. Eine kleine „Eselsbrücke“ hilft Dir dabei, nichts zu vergessen.

„**T**aucher **b**rauchen **s**ehr **l**eichte **A**usrüstung“.

**T** = Tarierung ( Jacket, Inflator – Ein- und Auslaß)

**B** = Blei (Bleigurt an der Hüfte, mittig ausgerichtet, Schnalle in der richtigen Richtung geschlossen?)

**S** = Schnallen (Brust/Bauchgurt, Schultergurt, Tankverschluss)

**L** = Luft ( Flaschenventil offen ?, 2. Stufe + Oktopuskontrolle)

**A** = Abschließendes O.K. + ABC- Ausrüstung

### IV.1.7. Tauche nach Plan

Hast Du Dich einmal für einen Tauchplan entschlossen, so tauche auch nach diesem Plan. „**Plan your dive and dive your plan**“.

Es macht wenig Sinn einen Tauchgang zu planen und anschließend nicht einzuhalten. Alle Taucher sollten sich nach dem abgesprochenen Plan richten, außer es kommt zu einer außergewöhnlichen Situation, in der vom Tauchplan abgewichen werden muss.

Eine solche Situation besteht aber nicht darin, dass z.B. bei der Tauchgangsvorbesprechung eine maximale Tiefe von 18 Metern vereinbart wurde und sich nun in 25 Metern Tiefe ein schöner Fischschwarm befindet, dem einige Taucher nachtauchen wollen. Dies ist eine Abweichung vom Tauchplan. Die vereinbarte maximale Tiefe von 18 Metern muss eingehalten werden.

**Die Tauchgangsvorplanung dient der Sicherheit der Taucher.** Zudem wirst Du und Dein Buddy am meisten Spaß daran haben, wenn Ihr gemeinsam den Tauchgang plant und auch so durchführt.

## IV.2. Problem-Management

Beim Problem-Management geht es um Problemvorbeugung, Problemerkennung und Problembewältigung.

Tauchen ist ein Sport, der sehr sicher ist, wenn Du innerhalb Deiner Grenzen tauchst, Deine Tauchgänge planst und die Sicherheitsregeln befolgst. Dafür solltest Du Dich fit und Dein taucherisches Können immer „up to date“ halten.

Auch wenn Du diese Regeln befolgst, ist es wichtig mehr über das Problem-Management zu wissen. Kommt es bei Dir, Deinem Tauchpartner oder einem anderen Taucher einmal zu einem Problem, so kannst Du angemessen reagieren und Dir selbst oder anderen Tauchern helfen.

### IV.2.1. Erste Hilfe beim Tauchen

Eine Erste-Hilfe-Ausbildung ist für jeden Taucher empfehlenswert. Ab einer gewissen „Taucherstufe“ ist sie verpflichtend vorgeschrieben.

Zur Erste Hilfe Ausbildung gehören Fertigkeiten der **Herz-Lungen-Wiederbelebung (HLW)** und die Bewältigung von **tauchspezifischen Problemen**. Einen speziell auf taucherische Probleme ausgerichteten Kurs bietet PADI mit dem **Medic First Aid (MFA) Kurs** an.

### IV.2.2. Probleme unter Wasser

Probleme, die unter Wasser auftreten können sind:

- Die Luft wird knapp oder geht aus
- Hängen bleiben oder Verfangen in Gegenständen oder Pflanzen
- Abblasender Lungenautomat
- Überanstrengung

#### IV.2.2.1. Die Luft wird knapp oder geht aus

Das Problem, dass die Luft knapp wird oder ausgeht ist einfach zu beheben – kontrolliere ständig Deinen Flaschendruck über den Finimeter. Technische Probleme, so dass keine Luft mehr vom Lungenautomaten geliefert wird, sind äußerst selten und kommen bei den modernen Automaten fast nicht mehr vor.

Für den unwahrscheinlichen Fall, dass Dir dennoch einmal die Luft ausgeht, hast Du mehrere Möglichkeiten die Situation zu klären. Da Tauchen ein Partnersport ist, solltest Du immer Deinen Tauchpartner an Deiner Seite haben. Dieser kann Dir mit seinem Oktopus Luft geben. Unter „**Oktopusatmung**“ könnt Ihr dann gemeinsam aufsteigen.

Eine andere Möglichkeit, wenn die Luft nur knapp wird, ist einen **kontrollierten normalen Aufstieg** durchzuführen.

Eine weitere Möglichkeit, wenn Deine Luft zu Ende geht, ist einen **Aufstieg mit Deinem Partner unter Wechselatmung** zu machen, wenn dieser keinen Oktopus hat.

Bist Du in einer Tiefe zwischen 9 und 12 Metern und die Luft geht Dir aus, so führe einen **kontrolliert schwimmenden Notaufstieg** durch. Denke daran, während des

Aufstiegs ständig einen A-a-a-a-h Laut zu erzeugen, damit die sich ausdehnende Luft entweichen kann.

Die letzte Option ist ein **Notaufstieg mit Hilfe von Auftrieb**. Diese Möglichkeit sollte nur im äußersten Notfall gewählt werden. Hierfür wirf Deinen Bleigurt ab und / oder blase Dein Jacket auf. Achte auch hierbei darauf einen ständigen A-a-a-a-h Laut zu erzeugen.

### IV.2.2.2. Hängen bleiben oder Verfangen in Gegenständen oder Pflanzen

Beim Tauchen kannst Du Dich in Angelschnüren, Seilen, Netzen oder Pflanzen verfangen und hängen bleiben. Dies geschieht beim Tauchen recht selten. Solltest Du dennoch einmal in eine Situation kommen, in der Du Dich verfangen hast oder hängen bleibst, **bewege Dich langsam** und schaue erst einmal wo und wie Du Dich verfangen hast. Kannst Du Dich nicht selbst befreien, so lasse Dir von Deinem Tauchpartner helfen. Hat sich Dein Tauchgerät verfangen, so musst Du dieses vielleicht ablegen und kannst erst dann die Schnüre entfernen. Dabei bleibt der Lungenautomat im Mund.

Manchmal ist ein Lösen der Schnüre oder Netze nicht mehr möglich. In diesem Fall benutzt Du Dein **Tauchermesser** und schneidest die Schnüre durch.

Ein Verfangen oder Hängen bleiben ist kein Notfall, solange Du genügend Luft hast. Auch bei Luftknappheit ist Dein Tauchpartner da, der Dir Luft geben kann.

### IV.2.2.3. Abblasender Lungenautomat

Die heutigen Automaten sind sehr sicher und es gibt kaum noch Fehlfunktionen. Alle neueren Automaten sind mit der sogenannten „**fail-safe**“-**Bauweise** konstruiert. Das bedeutet, dass sie im Falle einer Fehlfunktion abblasen – die Luft strömt frei ab.

Aus einem abblasenden Lungenautomaten zu atmen ist kein Problem, wenn Du einige Punkte beachtest. Umschließe das Mundstück des Lungenautomaten **nicht** ganz mit Deinen Lippen, da der hohe Druck der abströmenden Luft zu einer Lungenüberdehnungsverletzung führen kann. Halte den Automaten in der Hand und drücke das Mundstück von außen gegen die Lippen. Hierbei kannst Du die von Dir benötigte Luft atmen und der Rest kann frei abströmen.

Bläst ein Lungenautomat einmal ab, so beginne unverzüglich mit dem Aufstieg, da die Luft in der Flasche schnell zur Neige geht. Drehe an der Oberfläche die Flasche

zu und benutze den Automaten nicht mehr, bevor Du ihn nicht vom Fachpersonal hast überprüfen lassen.

### IV.2.2.4. Überanstrengung

Überanstrengung lässt sich leicht vermeiden, durch langsames und kontrolliertes Tauchen, sowie bewusstes Atmen. Bist Du dennoch einmal überanstrengt, so **stoppe Deine Aktivitäten**, ruhe Dich aus, **atme langsam und ruhig**, bis Du wieder zu Deinem Atemrhythmus findest.

Überanstrengung unter Wasser erzeugt ein Gefühl wenig oder keine Luft mehr zu bekommen, da der Atemwiderstand durch den Lungenautomaten sich mit zunehmender Tiefe erhöht.

### IV.2.3. Probleme an der Oberfläche

Probleme, die an der Wasseroberfläche entstehen können, sind Überanstrengung durch langes Schnorcheln mit Gerät, Krämpfe oder Husten und Würgen aufgrund von Wasserschlucken.

Hast Du ein Problem an der Oberfläche, so verschaffe Dir zuerst genügend Auftrieb, indem Du das Jacket aufbläst. Kannst Du Dein Problem nicht selbst bewältigen, so rufe Deinen Tauchpartner oder andere Hilfe, indem Du winkst, rufst oder eine Pfeife benutzt.

Kommst Du einmal in die Situation einem anderen Taucher zu helfen, musst Du rasch handeln. Nähere Dich dem Taucher langsam und sprich ihn an. Ist er ansprechbar, so sage Ihm, dass Du ihm jetzt helfen wirst.

Ist der Taucher in Panik, so nähere Dich diesem nur vorsichtig, da Panik zu unkontrollierten Handlungen führen kann und sich der Taucher möglicherweise an Dich klammert und mit nach unten zieht. Ein Taucher in Panik kämpft mit Armen und Beinen im Wasser um den Kopf möglichst weit aus dem Wasser zu halten. Seine Augen sind meist weit aufgerissen, seine Bewegungen hektisch, der Lungenautomat ist aus dem Mund und die Maske auf die Stirn geschoben.

Hier ist Hilfe unbedingt erforderlich.

Stelle dem Taucher genügend Auftrieb her und beruhige ihn, so dass er seine Atmung wieder unter Kontrolle bekommt. Begleite ihn zurück zum Land oder zum Boot.

### IV.2.4. Der bewusstlose Taucher

Beim bewusstlosen Taucher an der Oberfläche muss zuerst festgestellt werden, ob dieser noch atmet. Hat er keine Atmung mehr, muss unverzüglich mit der **Mund-zu-Mund Beatmung** begonnen werden. Ist ein Taucher unter Wasser bewusstlos, so ist dieser sofort an die Wasseroberfläche zu bringen.



*Bewusstloser Taucher unter Wasser*

Hat der Taucher keinen Puls, muss er aus dem Wasser gebracht werden. Erst dort kann mit der Herz-Lungen-Wiederbelebung begonnen werden.

***Die benötigten Techniken werden in der Praxis geübt und können hier nicht gezeigt werden, um mögliche Missverständnisse zu vermeiden.***

Ab einer gewissen „Tauchstufe“ sind solche Rettungsübungen immer wieder durchzuführen, um im Notfall schnell und angemessen handeln zu können.



### IV.3. Tauchausrüstung III

In diesem Teil wollen wir uns mit weiteren Tauchausrüstungsgegenständen beschäftigen, die für das Tauchen hilfreich sind.

#### IV.3.1. Handschuhe

Die Hände sind sehr anfällig für Kälte. Deshalb sollten Taucher in unseren Gewässern fast ganzjährig mit Handschuhen tauchen.

Man unterscheidet in **dünne Handschuhe**, die keine Isolationswirkung besitzen aber gegen Hautabschürfungen schützen, **dickere Handschuhe** (3-7mm Neopren) und **Dreifingerhandschuhe**, die sehr gut isolieren.



*3-Finger-Handschuhe*

#### *Dickere Neoprenhandschuhe*

Der Schutz durch Handschuhe in kalten Gewässern ist deshalb so wichtig, weil **kaltes Wasser zu Bewegungsverlusten führen kann** und dies die Tauchsicherheit (Bedienen des Inflatoren, Taucherzeichen, Maske entwässern) beeinträchtigen kann.

### IV.3.2. Kopfhaube

**Über den Kopf können 75% oder mehr des gesamten Wärmeverlustes stattfinden.** Deshalb sollten Kopfhauben bei Wassertemperaturen unter 21°C getragen werden.

Beim Kauf einer Kopfhaube sollte darauf geachtet werden, dass diese gut passt. Sie darf auf keinen Fall zu eng sein.

Bei zu eng anliegenden Kopfhauben ist eine ausreichende Blutzufuhr zum Gehirn über die beiden Halsschlagadern nicht mehr gewährleistet.



*Die Kopfhaube*

### IV.3.3. Tauchermesser

Tauchermesser dienen als Werkzeug, um z.B. einen Taucher, der sich in einem Netz oder einer Leine verfangen hat, zu befreien.

Eine rostfreie Klinge mit einem scharfen Schneideteil und einem Stück Wellenschliff sollten verletzungs- und verlustsicher in der Beinscheide mitgeführt werden.



*Das Tauchermesser*

### IV.3.4. Logbücher

Da das Tauchbrevet keine detaillierten Angaben über Anzahl der Tauchgänge oder die Taucherfahrung liefert, gibt es das Logbuch. Im Logbuch werden die Tauchgänge mit allen Einzelheiten eingetragen. Das sind z.B. **Tauchgangsnummer**, **Tauchplatz**, **Datum**, **Tauchtiefe**, **Tauchzeit**, **Strömung**, **Wassertemperatur**, **bestimmte Gegebenheiten**, wie z.B. schöne, seltene Fische, Pflanzen usw. .

Logbücher liefern also wichtige Informationen für den Taucher selbst. Will er am selben Platz nach einer gewissen Zeit nochmals tauchen, so kann er im Logbuch Informationen über die Umgebungsbedingungen, die Art der benutzten Ausrüstung oder den Tauchplatz selbst, nachlesen.

Logbücher sind **Nachweisdokumente** über die Taucherfahrung und dienen zur **Vorlage für Weiterbildungsmaßnahmen** bei Tauchschulen.

Das Logbuch muss zu jedem Tauchgang die Unterschrift des Tauchpartners oder des Tauchlehrers enthalten. Dieser bestätigt mit seiner Unterschrift, dass der Tauchgang stattgefunden hat.

NUMMER		DATUM			
TAUCHZEIT					
TAUCHPLATZ	STRÖMUNG	EINSTIEG			
	SICHT	AUSSTIEG			
BEMERKUNGEN: _____ _____ _____ _____ _____ _____					
<table border="1"><tr><td>OFP</td><td>WG</td></tr></table>	OFP	WG	<table border="1"><tr><td>WG</td></tr></table>	WG	
OFP	WG				
WG					
_____	ZZ	PARTNER:			
	+EGZ	_____			
GRUNDZEIT	TGZ	UNTERSCHRIFT:			
		_____			

Das Logbuch

### IV.3.5. Die Tauchtabelle

Tauchtabellen sind auch heute noch, im Tauchcomputerzeitalter, unersetzliche Begleiter. Jeder Tauchanfänger lernt mit einer Tauchtabelle umzugehen.

Die **Tauchtabelle berechnet einen Tauchgang wesentlich konservativer** als es der Tauchcomputer tut. Dadurch ist ein erhöhter Sicherheitsfaktor gewährleistet. Gerade unerfahrene Taucher sollten besser mit der Tabelle ihre Tauchgänge berechnen, als sich nur auf den Computer zu verlassen.

Da Tauchtabellen im Gegensatz zum Tauchcomputer eine wesentlich geringere Investition darstellen, ist jeder Taucher zu Anfang mit einer Tabelle gut bedient. Auch erfahrene Taucher dürfen das „Tabellenrechnen“ nicht verlernen. Fällt einmal der Computer unter Wasser aus, so sollte die Tabelle in der Jackettasche stecken und der Tauchgang mit Hilfe der Tabelle auch sicher zu Ende geführt werden können.

Tauchtabellen sollten aus Plastik, übersichtlich und gut lesbar sein. Sie sollten unzerbrechlich sein und während des Tauchens mitgeführt werden können.

Die PADI – Tauchtabelle (Recreational Dive Planner)

### IV.4. Tauchphysiologie II

#### IV.4.1. Der Blutkreislauf

Der Blutkreislauf transportiert Nährstoffe und Sauerstoff zu den Körpergeweben und befördert Abfallprodukte und Kohlendioxyd von den Zellen weg.

##### IV.4.1.1. Funktionen des Blutes

Die Funktionen des Blutes bestehen in.

- Transport von Nährstoffen und Stoffwechselprodukten
- Transport von Gasen (N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>)
- Transport von Wasser, Salzen,
- Wärmeregulation
- Abwehr von Krankheitserregern

##### IV.4.1.2. Blutmenge

Die Blutmenge beträgt ca. 7-8% des Körpergewichtes.

##### IV.4.1.3. Blutzellen

Die Blutzellen werden in rote Blutzellen (Erythrozyten), weiße Blutzellen (Leukozyten) und Blutplättchen (Thrombozyten) unterschieden.

##### **Erythrozyten**

Die Erythrozyten werden im roten Knochenmark gebildet. Ihre Lebensdauer beträgt ca. 4 Monate. Die Aufgabe der Erythrozyten ist das Transportieren des Hämoglobins. Das Hämoglobin wiederum ist für den Gastransport verantwortlich. In der Lunge wird Sauerstoff an das Hämoglobin angelagert. Mit dem Blutstrom gelangt der Erythrozyt zu den Geweben. Dort wird der angelagerte Sauerstoff abgegeben und CO<sub>2</sub> angelagert. Das CO<sub>2</sub> wird in den Alveolen der Lunge wieder abgegeben.

##### **Leukozyten**

Leukozyten sind die „Gesundheitspolizei“. Sie bekämpfen Krankheitserreger und eingedrungene Fremdstoffe.

##### **Thrombozyten**

Thrombozyten sind für die Blutgerinnung verantwortlich.

Weiterhin besteht das Blut aus Blutplasma. Das Blutplasma besteht zu über 90% aus Wasser. Ca. 9% des Plasmas bestehen aus Eiweißen, Elektrolyten und Glucosen.

### IV.4.2. Kreislauf

Der Mensch besitzt ein Transportsystem, das die Versorgung und Entsorgung der Körperorgane gewährleistet – das **Gefäßsystem**. Das Transportmittel ist das **Blut**.

In Strömungsrichtung leisten die Arterien die **Antransportfunktion**, gegen die Strömungsrichtung gewährleisten Venen die **Abtransportfunktion**. Das Gefäßsystem bildet mit dem Herzen den Blutkreislauf.

### IV.4.3. Kreislauf, Atmung und Tauchen

Der Unterschied beim Atmen durch den Lungenautomaten oder Schnorchel besteht darin, dass wir einen erhöhten Kohlendioxydgehalt im Blut haben und **einen erhöhten Ein- und Ausatemwiderstand**. Zurückzuführen sind diese Reaktionen auf einen **erhöhten Totraum** durch Schnorchel oder Lungenautomat, erhöhte Turbulenzen sowie der dichteren Luft in der Tiefe.

Durch den erhöhten Wasserdruck in der Tiefe kommt es zu einer Kompression des Brustkorbes, wodurch das Atemzugvolumen um ca. 15 – 20% abnehmen kann. Dies hat wiederum den Effekt, dass das verringerte Atemzugvolumen zusammen mit dem erhöhten Totraum, einen größeren prozentualen Anteil an Kohlendioxyd ergibt. Durch den erhöhten alveolären Kohlendioxydanteil steigt der Kohlendioxydgehalt im Blut. Dies führt dazu, dass der Taucher meist häufiger und tiefer atmet, um den Kohlendioxydüberschuss abzuatmen.

Generell ist beim Tauchen zu empfehlen, um den Effekt der dichteren Luft und der Toträume zu minimieren, **langsam und tief zu atmen**.

#### IV.4.3.1. Schnorcheltauchen

Beim Schnorcheltauchen wird, im Gegensatz zum Gerätetauchen, der Atem absichtlich angehalten, dies nennt man auch **Apnoe**. Während des Schnorcheltauchgangs wird der Sauerstoff, der in der Lunge, dem Blut und den Muskeln gelagert ist, verbraucht, um den Sauerstoffbedarf der Körpergewebe zu sichern.

Der Kohlendioxydspiegel steigt an. Dadurch wird das Atemzentrum stimuliert, der Taucher muss Luft holen.

Die Reaktion, die beim Apnoe-Tauchen auftritt, ist eine **Bradycardie**. Eine Bradycardie ist eine Verlangsamung des Herzschlages. Sie wird auch als **Tauchreflex** bezeichnet.

### IV.4.4. Ernährung und Tauchen

Die Verdauung ist eine Belastung für den Organismus. Deshalb sollte direkt nach dem Essen kein Tauchgang unternommen werden. Zwischen den Tauchgängen, innerhalb der Oberflächenpause (z.B. auf dem Boot) sollte auf leichte Nahrung, wie z.B. Obst geachtet werden.

Allgemein sollten beispielsweise Hülsenfrüchte und andere „Gasbildner“ vor dem Tauchgang vermieden werden. Es können Darmgase entstehen, die zu Beschwerden in der Auftauchphase führen können.

Generell sollte beim Tauchen auf eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr geachtet werden.

## IV.5. Das Herz

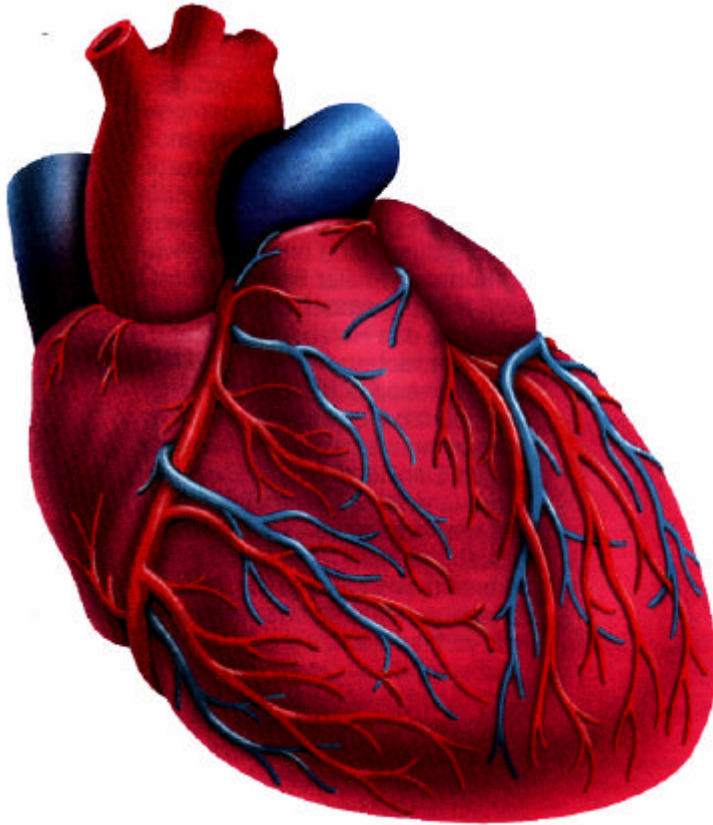
Das Herz liegt im Brustkorb (Thorax) eingebettet. Es ist ein ca. faustgroßer, ermüdungsresistenter Hohlmuskel. Das Herz besteht aus 4 Hohlräumen:

- rechter Vorhof
- rechte Kammer
- linker Vorhof
- linke Kammer

Beide Vorhöfe liegen oberhalb, die beiden Kammern unterhalb der Vorhofkammergrenze, die auch **Atrio-Ventrikular-Ebene** genannt wird. Zwischen den Vorhöfen befindet sich die Vorhoftrennwand, zwischen den Kammern die Kammertrennwand.

Das Herz liegt in einem Bindegewebesack, dem **Herzbeutel**.

Die Ernährung erfolgt über ein eigenes Gefäßsystem, das man Herzkranzgefäße oder **Coronargefäße** nennt.



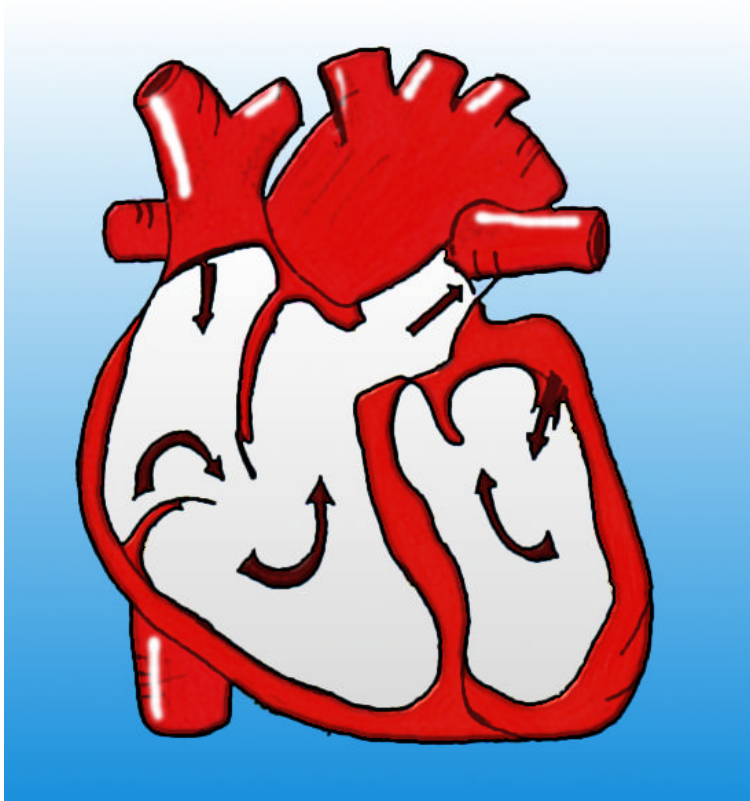
Das Herz

### IV.5.1. Funktionsweise des Herzens

Das Herz wird grob in eine linke und rechte Hälfte unterteilt. Die linke Herzkammer pumpt während der Kontraktion Blut in die **Aorta**, von der viele Arterien in die einzelnen Organe führen. Diese verzweigen sich weiter zu **Arteriolen** und **Kapillaren**. In den Kapillaren findet die Sauerstoff- und Nährstoffabgabe aus dem Blut an die Gewebe, sowie die Kohlendioxid- und Schlackestoffaufnahme in das Blut aus den Körpergeweben statt.

Von hier aus gelangt das Blut über die **Venolen** in die **kleinen Venen**, dann in die großen **Venen** und schließlich über **Hohlvenen** durch den rechten Vorhof in die rechte Herzkammer. Durch Kontraktion der rechten Herzkammer wird das Blut durch die **Lungenschlagader** in die **Lungenarterien** und **Lungenkapillaren** gepumpt. Hier findet die Sauerstoffaufnahme, sowie die Kohlendioxidabgabe statt. Das mit Sauerstoff angereicherte Blut wird über die Lungenvenen wieder in den linken Vorhof und schließlich in die linke Herzkammer transportiert. Ab hier beginnt der Kreislauf von vorne.





*Schematische Darstellung der Funktionsweise des Herzens*

Verschiedene Körpergewebe werden unterschiedlich stark durchblutet. Gehirngewebe wird im Gegensatz zum Fettgewebe ca. 50 mal mehr durchblutet. Alle Gewebe werden durch kleinste Haargefäße (Kapillaren) versorgt.

### **IV.5.2. Automatie des Herzens**

Elektrische Erregungen sind für die Kontraktion der Herzmuskulatur verantwortlich. Die Erregungsbildung erfolgt im **Sinusknoten** rhythmisch in einer Frequenz von ca. 60 – 90 Impulsen pro Minute.

### **IV.5.3. Die Herzfrequenz**

Die ca. 60 – 90 Impulse des Sinusknotens werden weitergeleitet und es kommt zu ebenso vielen rhythmischen Kontraktionen. Die Anzahl dieser Kontraktionen, der Herzschläge pro Minute, wird als **Herzfrequenz** bezeichnet. Durch körperliche Belastungen oder sportliche Betätigungen kann die Herzfrequenz bis auf über 200 Schläge pro Minute steigen.

### IV.5.4. Herznerven

Die autonome Herztätigkeit wird durch Herznerven reguliert. Die Herznerven gehören zum vegetativen Nervensystem und lassen sich in **Sympathicus** und **Parasympathicus** unterteilen. Der Sympathicus fördert (erhöht) die Herzfunktion, während der Parasympathicus einen hemmenden Einfluss auf die Herzfunktion ausübt.

Über diese Herznerven kann sich das Herz an unterschiedliche Förderleistung und damit verbunden an einen unterschiedlich hohen Sauerstoffbedarf des Organismus anpassen.

Ohne Einfluss der Herznerven hätte das menschliche Herz eine Frequenz von 100 – 120 Schlägen pro Minute.

### IV.5.5. Schlagvolumen

Das Schlagvolumen des Herzens wird in ml gemessen und beträgt in Ruhe ca. 70 – 100 ml Blut.

### IV.5.6. Herzmechanik

Das Herz arbeitet im Prinzip wie eine Druck-Saug-Pumpe. Nach der Kontraktion (Blutauswurf) aus den Kammern muss sich das Herz wieder ausreichend mit Blut füllen. Man unterscheidet im Herzzyklus die Kontraktionsphase auch **Systole** genannt und die Erschlaffungs- oder Füllungsphase, auch als **Diastole** bezeichnet.

### IV.5.7. Blutdruck

Der Blutdruck wird nach Riva-Rocci (RR) gemessen. Hierdurch wird der arterielle Blutdruck während der Kontraktionsphase des Herzens (Systole) und während der Erschlaffungsphase (Diastole) bestimmt. Durchschnittliche Blutdruckwerte sind 120 mmHg / 80-90 mmHg.

### IV.5.8. Besonderheiten

#### IV.5.8.1. Foramen ovale

Das Foramen ovale, das eine Verbindung vom rechten zum linken Vorhof darstellt, schließt sich normalerweise nach dem Embryonalstadium. Bei den meisten Menschen vernarbt das Foramen ovale komplett. Bei etwa einem Drittel aller Menschen besteht aber auch weiterhin über ein unvollständig geschlossenes Foramen ovale die Möglichkeit zum Blutaustausch zwischen beiden Vorhöfen.

Es kommt zum Blutübertritt vom linken zum rechten Vorhof, da der Blutdruck im linken Herz deutlich über dem des rechten Herzens liegt.

Dies ist für Taucher von Bedeutung. Das beim Auftauchen entstehende Gas muss vom Körper abgeführt werden. Die Gasbläschen erreichen mit dem venösen Blut die rechte Herzkammer, gelangen dann in die Lunge und werden abgeatmet. Bei Tauchern mit einem offenen Foramen ovale gelangt beim Abführen der Gasbläschen ein Teil direkt in das arterielle System und von dort in die Hirngefäße, wo sie zu kleinen Embolien führen können.

#### IV.5.8.2. Der Tauchreflex

Der Tauchreflex ermöglicht es im Wasser lebenden Tieren den Energieverbrauch des Körpers zu senken um so länger und tiefer tauchen zu können. Beim Abtauchen kommt es zu einer Verlangsamung der Herzfrequenz um bis zu 50 Prozent. Es werden nur noch die lebensnotwendigen Organe mit Sauerstoff und Blut versorgt.

Beim Menschen ist der Tauchreflex noch ansatzweise erkennbar. Es kommt auch hier zu einer Verlangsamung des Herzschlages. Bei Menschen ist der Tauchreflex temperaturabhängig und besonders in kaltem Wasser ausgeprägt.

## IV.6. Schwimmbadlektion 4

In dieser Schwimmbadlektion wollen wir die Tauchfertigkeiten weiterentwickeln. Du wirst die neutrale Trierung unter Wasser verbessern, auf den Flossenspitzen schweben (Pivoting), aus einer alternativen Luftversorgung atmen, lernen was zu tun ist, wenn ein Lungenautomat abbläst und einen kontrolliert schwimmenden Notaufstieg durchführen.

### IV.6.1. Neutrale Tarierung unter Wasser

Neutrale Tarierung unter Wasser ist sehr wichtig, um Lebewesen nicht zu beschädigen und Dich vor ungewollten Kontakten mit dem Boden zu schützen.

In dieser Lektion werden wir im Schwimmbad Luft in das Jacket eingeben und auslassen, so dass Du feststellen wirst, wie schnell Du sinkst oder steigst. Während des **Aufstiegs** musst Du Luft aus dem Jacket lassen, um Deine **Aufstiegsgeschwindigkeit zu verringern**. Beim **Abstieg** musst Du Luft in das Jacket einlassen um Deine **Abstiegsgeschwindigkeit zu verringern**.

Musst Du „Tarierungskorrekturen“ vornehmen, so tue dies immer langsam. Schnelle Tarierungsänderungen (z.B. viel Luft auf einmal eingeben) können zu unkontrollierten Auf- und Abstiegen führen, die schwer zu beherrschen sind.

Wir werden zwei Möglichkeiten üben, das Jacket aufzublasen. Das ist einmal die am meisten verwendete Methode mit dem Inflatorknopf und zum anderen das Einblasen von Luft mit dem Mund.

Für das Aufblasen des Jackets mit dem Mund nimmst Du aus Deinem Lungenautomaten einen Atemzug, nimmst dann den Automaten in die rechte Hand und atmest die Ausatemluft in Dein Jacket, indem Du den Ablassknopf während des Ausatemvorgangs betätigst. Verwende für die Ausatmung ca. 2/3 der Luft damit noch genügend Luft für das Ausblasen des Lungenautomaten übrig ist.



*Luft in das Jacket eingeben mit Inflatorknopf*



*Luft in das Jacket eingeben mit dem Mundstück*



*Luft ablassen*

### IV.6.2. Pivoting

Um eine neutrale Trierung herzustellen, werden wir jetzt auf den Flossenspitzen balancieren, man nennt dies auch **Pivoting**.

Lege Dich auf den Bauch atme tief und langsam. Blase nun kleine Mengen Luft in das Jacket, bis Du Dich vom Boden abhebst. Nun steigst Du beim Einatmen langsam nach oben, beim Ausatmen sinkst Du wieder nach unten. Jetzt bist Du neutral tariert.

**Halte zu keinem Zeitpunkt die Luft an !**

Auch hier werden wir beide Methoden (Inflatorbenutzung und Einblasen von Luft über den Mund) üben.

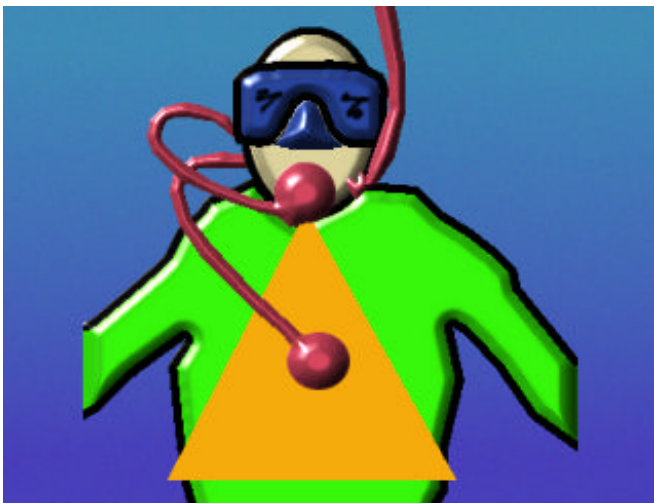


*Pivoting*

### IV.6.3. Alternative Luftversorgung

Eine alternative Luftversorgung kann ein Oktopus, eine mit dem Inflator kombinierte zweite Stufe, oder eine kleine Pressluftflasche sein. Als Taucher musst Du in der Lage sein die alternative Luftversorgung Deines Tauchpartners zu erkennen, zu lokalisieren und daraus zu atmen. Wie Du schon vorher gelernt hast, sollte die alternative Luftversorgung im Dreiecksbereich zwischen Mund und unteren Rippen angebracht sein.

Wir üben das lokalisieren und atmen aus einer alternativen Luftversorgung sowohl im Schwimmbad als auch im Freiwasser.



*Alternative Luftversorgung im Dreiecksbereich*

Gibt Deinem Partner das Zeichen „Ich habe keine Luft mehr“. Dann sollte er die alternative Luftversorgung entgegenhalten. Achte darauf, dass Du den Automaten richtig in den Mund nimmst. Atme langsam und tief und stelle Blick- und Körperkontakt mit Deinem Partner her, in dem Ihr Euch jeweils mit der rechten Hand am Oberarm festhaltet.

Hast Du einen guten Atemrhythmus gefunden, so steige mit Deinem Partner unter Atmung der alternativen Luftversorgung an die Oberfläche auf.



*Atmen aus einer alternativen Luftversorgung*

### IV.6.4. Abblasender Lungenautomat

Ein abblasender Lungenautomat ist keine Notsituation. Du kannst bequem aus einem abblasenden Automaten atmen. Es gilt nur zu beachten unverzüglich aufzusteigen, da die Tauchflasche sich rasch leeren wird.

Denke daran das **Mundstück nicht in den Mund zu nehmen, sondern nur leicht an die Lippen ansetzen, so dass die überschüssige Luft abströmen kann.**



*Abblasender Lungenautomat*

### IV. 6.5. Kontrolliert schwimmender Notaufstieg

Ein kontrolliert schwimmender Notaufstieg wird in einer „habe keine Luft Situation“ verwendet, wenn Du Dich in einer **maximalen Tiefe von 9 – 12 Metern** befindest.

Denke daran während des Aufstiegs ständig einen **A-a-a-a-h Laut** zu erzeugen, damit die sich ausdehnende Luft entweichen kann. Damit wird die Gefahr einer Lungenüberdehnungsverletzung vermieden.

Den kontrolliert schwimmenden Notaufstieg werden wir im Schwimmbad horizontal durchführen. Die Strecke, die Du dabei zurücklegen solltest, beträgt ca. 10 Meter.

Im Freiwasser werden wir die Übung vertikal durchführen.

Um einen kontrolliert schwimmenden Notaufstieg durchzuführen, schwimme zur Oberfläche, behalte Deine komplette Ausrüstung an und Deinen Lungenautomaten im Mund. Schau nach oben und strecke Deinen rechten Arm nach oben. Denke an den A-a-a-a-h Laut.

Dadurch dass wir den kontrolliert schwimmenden Notaufstieg üben, wirst Du wissen, dass Du diesen auch im Notfall durchführen kannst.



# Unterrichtseinheit 5

In dieser Unterrichtseinheit wirst Du lernen:

was bei der **Tauchumgebung** zu beachten ist,

den für das Tauchen relevanten Unterschied zwischen **Süß- und Salzwasser** zu kennen

weitere **Ausrüstungsgegenstände** zu beschreiben,

den Zusammenhang von **Luft und Tauchen** zu erklären,

**Tauchtabellen** zu verwenden,

nähere Einblicke in die **Tauchmedizin** zu bekommen.

In der

Schwimmbadlecktion werden wir uns näher mit

der **Tarierungskontrolle**,

der **Wechselatmung**,

dem **Tauchgerät an- und ablegen**, sowie

das **Tauchgerät antauchen**,

beschäftigen.

### V. 1. Tauchumgebung

Die Tauchumgebung im Schwimmbad ist sehr begrenzt. Anders sieht die Umgebung unter Wasser in einem See oder dem Meer aus. Die Bedingungen können sich von Tag zu Tag ändern und sind abhängig von Klima und Wetter. Zu den Bedingungen, die Du beachten musst, gehören:

- **Wassertemperatur**
- **Strömungen**
- **Bodenbeschaffenheit**
- **Sichtweiten unter Wasser**
- **Unterwasserlebewesen (Flora und Fauna)**
- **Sonneneinstrahlung**

Es ist wichtig über die Tauchumgebung Bescheid zu wissen, denn danach richtet sich auch Dein Tauchgang. Von der Tauchumgebung hängt ab, die **Länge des Tauchgangs**, die **Tiefe**, **spezielle Ausrüstung** und besondere Vorplanungen. Wenn Du einen Tauchplatz nicht kennst, so hole Dir Informationen ein und tauche unter Begleitung eines erfahrenen, ortskundigen Tauchers.

#### V.1.1. Wassertemperatur

Die Wassertemperatur ist ein entscheidender Faktor bei der Tauchgangsplanung. Wie Du schon gehört hast, musst Du Deine Wärmeisolation (Tauchanzug) entsprechend der Temperatur des Gewässers wählen. Weiterhin musst Du aber auch noch zusätzlich die Tiefe in der Du tauchst berücksichtigen, denn je tiefer Du tauchst, um so kälter wird das Wasser. Beim Abtauchen wirst Du oft einen schnellen Temperaturwechsel wahrnehmen, das Wasser wird sprunghaft kälter. Dies nennt man auch **thermische Sprungschicht**. Die Sprungschicht kann oft als eine Art Flimmern wahrgenommen werden. Sprungschichten können in unterschiedlichen Tiefen und sowohl im Süß- als auch im Salzwasser auftreten.

### V.1.2. Strömungen

Strömungen treten vermehrt im Meer auf. Sie sind Wasserbewegungen, die durch Winde, Ebbe und Flut oder Wellen verursacht werden. Je nach Stärke der Strömung kannst Du Dich schnell überanstrengen, wenn Du versuchst gegen diese anzuschwimmen. Dadurch steigt Dein Luftverbrauch an.

Bei leichten Strömungen gilt, dass Du Deinen Tauchgang immer zuerst gegen die Strömung beginnst. Bei starken Strömungen musst Du mit der Strömung tauchen, man nennt dies auch „**Drift Dive**“. Dafür ist aber eine spezielle Ausbildung erforderlich.

### V.1.3. Bodenbeschaffenheit

Einige Bodenbestandteile, wie Sand oder Schlick, können schnell aufgewirbelt werden und verursachen eine schlechte Sicht. Andere Bodenbeschaffenheiten, wie Korallen und Vegetation, müssen geschützt und dürfen nicht berührt werden. Auch kannst Du Dich an Korallen oder Felsen reißen oder schneiden. Deshalb ist es wichtig die Bodenbeschaffenheit des jeweiligen Tauchplatzes zu kennen. Generell gilt jedoch, gut tariert zu sein, so dass Du nicht in Kontakt mit dem Boden während des Tauchgangs kommst. Bei Übungen unter Wasser sollte eine Stelle gewählt werden, die lebende Organismen nicht schädigt und wenig Sedimente aufwirbelt.



*Unterschiedliche Bodenbeschaffenheiten*

### V.1.4. Sichtweiten unter Wasser

Sichtweiten unter Wasser werden beeinflusst von Wetter, Wasserbewegung, Schwebeteilchen und Bodenbeschaffenheit.

Die Sicht unter Wasser ist beim Sporttauchen enorm wichtig. Wird die Sicht schlecht, so ist es schwer mit Deinem Tauchpartner zusammenzubleiben. Zudem wird die Orientierung negativ beeinflusst. Dies kann soweit führen, dass Du keine Orientierung mehr unter Wasser hast.

Um bei schlechter Sicht noch tauchen zu können, bleibe nahe bei Deinem Tauchpartner. Wenn nötig haltet Euch bei der Hand oder benutzt eine Buddyleine.

Um die Orientierung über Deinen Standort zu behalten, verwende einen Kompass.

Wenn die Sicht zu schlecht ist, verschiebe den Tauchgang.



Gute Sicht



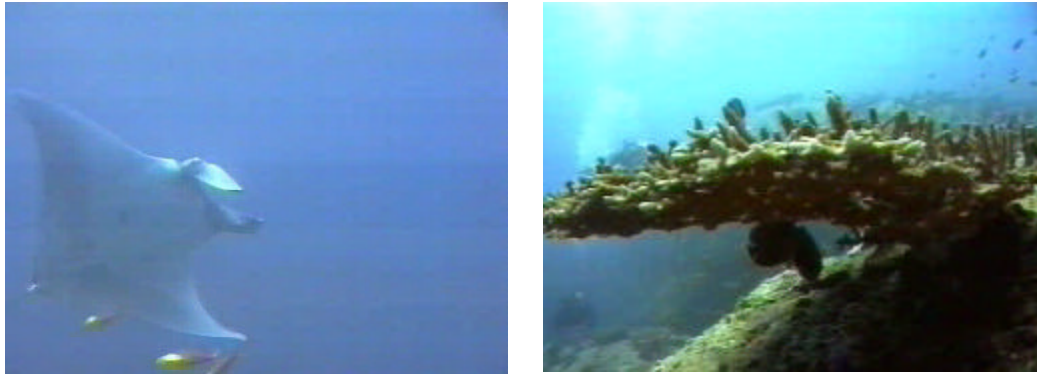
Schlechte Sicht

### V.1.5. Unterwasserlebewesen

Als Taucher solltest Du Dich auch mit Unterwasserlebewesen beschäftigen. Da die Unterwasserwelt eine andere ist als die Welt an der Oberfläche, ist es wichtig etwas darüber zu erfahren. Du wirst viele neue faszinierende Tiere entdecken und die Vielfalt der Unterwasserpflanzen bewundern können. Bei all Deiner Entdeckungsfreude beachte einen Grundsatz beim Tauchen, der besagt: **niemals das Unterwasserleben zu schädigen und zu töten**. Du kannst als Beobachter alle Tiere und Pflanzen bewundern, aber nicht berühren oder gar mit an die Oberfläche nehmen.

Fast alle Tiere unter Wasser sind harmlos und gehen zur Flucht über, wenn sich ein Taucher nähert. Die meisten Verletzungen, die dem Taucher durch Tiere oder Pflanzen zugefügt werden, resultieren aus der Unachtsamkeit der Tauchers. Verletzungen durch Tiere oder Pflanzen sind beim Tauchen recht selten, dennoch

solltest Du über möglich Gefahren informiert werden und auch wissen was zu tun ist, wenn Du durch ein Meerestier oder eine Pflanze verletzt wirst.



*Verschiedene Unterwasserlebewesen*

### V.1.5.1. Verletzungen durch Meerestiere

Normalerweise greifen Tiere den Menschen nicht an. Es können aber Verletzungen durch Meerestiere entstehen, weil sie einfach nicht gesehen werden. Sie sind meist sehr gut getarnt.

### V.1.5.2. Vergiftung durch Meerestiere

Durch Kontakt mit giftigen Meerestieren werden oftmals Gifte in den menschlichen Körper injiziert. Man unterscheidet grundsätzlich:

1. **neurotoxische** (am Nervensystem angreifende) und
2. **hämolytische** (feste Bestandteile des Blutes auflösende) Gifte.

Bei diesen Giften handelt es sich um Eiweißsubstanzen, die bei Temperaturen über 50°C zerstört werden können, sie denaturieren. Danach sind die Behandlungsmethoden nach Vergiftungen durch Meerestiere ausgerichtet.

1. Ausbreitung der Gifte im Organismus verhindern
2. Entfernung bereits injizierter Gifte
3. Auswirkung bereits ausgebreiteter Gifte im Organismus möglichst gering halten durch
  - a) Schmerzbekämpfung
  - b) Unterstützung der Atmung
  - c) Unterstützung des Herz-Kreislauf-Systems
  - d) Erhaltung der Nierenfunktionen
  - e) Verhütung von Sekundärinfektionen

Bei Vergiftungen durch Meerestiere ist grundsätzlich die „**Heißwasserbehandlung**“ anzuwenden. Hierbei werden auf die Verletzungsstellen heiße Kompressen aufgelegt oder diese mit 50 bis 70<sup>0</sup> C heißem Wasser gebadet.

### V.1.5.3. Verletzungen durch Stromschläge

Verletzungen durch Stromschläge können durch Rochen oder Aale auftreten, die ein elektrisches Organ besitzen. Die Stromschläge sind im allgemeinen von sehr geringer Intensität, so dass für gesunde Menschen keine Gefahr besteht.

### V.1.5.4. Richtlinien

Um Verletzungen zu vermeiden, befolge diese Richtlinien:

- 1. Behandle jedes Tier mit Respekt**
- 2. Trage keinen glitzernden Schmuck**
- 3. Trage einen Tauchanzug**
- 4. Achte auf neutrale Tarierung**
- 5. Bewege Dich langsam und vorsichtig und schaue, wohin Du Dich bewegst**

### V.1.6. Sonneneinstrahlung

Die Sonneneinstrahlung ist besonders beim Tauchen in wärmeren oder heißen Gebieten zu beachten. Beim Schnorcheln kann es schnell zum Sonnenbrand kommen. Verwende daher wasserfeste Sonnenschutzmittel und trage einen Tauchanzug.

Beim Tauchen vom Boot ist besonders in den Tauchpausen auf ausreichenden Sonnenschutz zu achten.



*Extreme Sonneneinstrahlung in den Tropen*

### V.2. Süßwasser und Salzwasser

Sowohl das Tauchen im Süß- als auch im Salzwasser hat seine jeweiligen Reize. Süßwasser hat eine geringere Dichte als Salzwasser, wodurch Du weniger Auftrieb hast. Deshalb ist es wichtig nach einem Tauchgang im Salzwasser Deine Tarierung für das Süßwasser neu anzupassen. Das selbe gilt natürlich auch umgekehrt. Das Tauchen im Salzwasser wird in Klimazonen unterschieden, in denen Tauchen möglich ist – nämlich: arktisch, gemäßigt und tropisch. Je nachdem in welchen Gewässern Du tauchst, musst Du Deine Ausrüstung anpassen.

#### V.2.1. Tauchen im Meer

Beim Tauchen im Meer gibt es spezielle Bedingungen zu beachten.

- **Wellen**
- **Strömungen**
- **Gezeiten (Ebbe und Flut)**

Je nach Bedingung musst Du Deine Tauchaktivitäten planen.

Wellen können den Einstieg erschweren. Bei stärkerem Wellengang solltest Du, wenn Du von Land aus den Einstieg machst, mit Deinem Tauchpartner gemeinsam Hand in Hand ins Wasser gehen. Das ist sicherer.



*Einstieg bei Wellengang*

Bei leichten Strömungen solltest Du Deinen Tauchgang zuerst gegen die Strömung beginnen. Bei starker Strömung versuche nicht gegen diese anzuschwimmen, sondern lasse Dich mit der Strömung treiben. Mache den Ausstieg an einem anderen Punkt als den Einstieg, oder lasse Dich vom Boot beim Ausstieg „abholen“.

Bei Ebbe und Flut gilt es zu beachten, dass die besten Tauchbedingungen bei höchstem Wasserstand, also bei Flut, anzutreffen sind.

### V.3. Tauchausrüstung IV

#### V.3.1. Tauchlampen / Unterwasserlampen

Tauchlampen werden auch in tropischen Gewässern verwendet, da ab einigen Metern die Farben verblassen und rot ab ca. 10 m nicht mehr zu sehen ist. Unterwasserlampen sind ein Pflichtausrüstungsgegenstand beispielsweise bei Nacht- Höhlen- und Wracktauchgängen.

Aus Sicherheitsgründen sollte jeder Taucher neben seiner Haupt- oder Primärlampe noch eine kleinere Ersatzlampe bzw. Reservelampe mit sich führen, um bei Ausfall der ersten Lampe noch sicher auftauchen zu können.



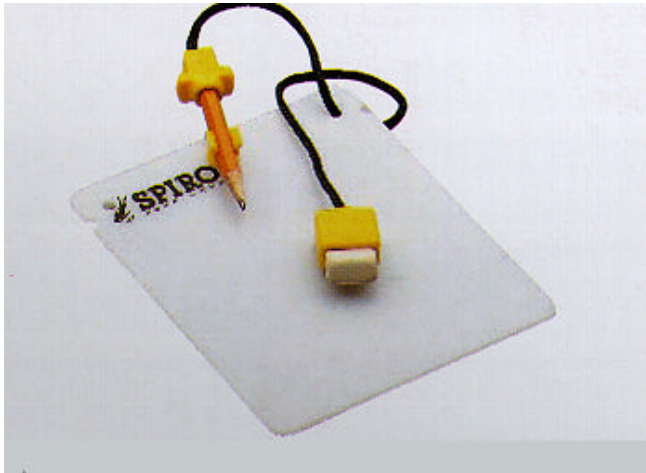
*Unterwasserlampen*

#### V.3.2. Unterwasser Schreiftafeln

UW-Schreiftafeln ermöglichen eine erweiterte Kommunikation während des Tauchgangs. Da die Menge der Informationen mit Handzeichen gering ist, bieten sich solche Schreiftafeln an.

Schreiftafeln gibt es in allen Größen und Formen.





*Die Unterwasserschreibtafel*

### V.3.3. Der Kompressor

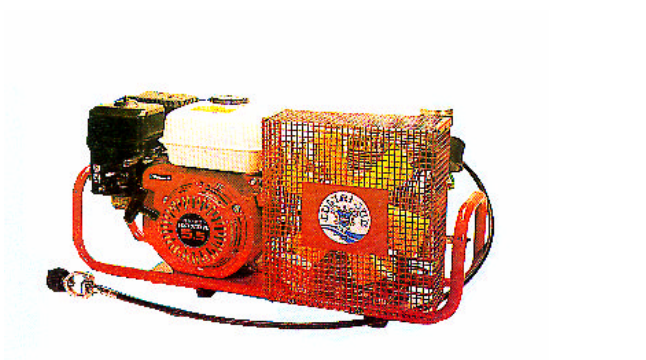
Mit Hilfe von Kompressoren werden Taucherflaschen gefüllt.

Kompressoren erzeugen den in der Druckluftflasche notwendigen Druck von ca. 200 – 350 bar.

Das Prinzip eines 3-stufigen Kompressors funktioniert folgendermaßen. Es wird Luft angesaugt und gelangt in die erste Stufe. Hier wird sie auf etwa 5 bar komprimiert. Weiterhin gelangt die Luft in die 2. Stufe, in der sie auf etwa 40 bar komprimiert wird. Erst in der 3. Stufe wird die Luft auf einen Druck von ca. 225 bar gebracht.

Damit man Atemluftqualität erhält, muss die angesaugte Luft mehrfach gefiltert werden.

Der Ansaugstutzen des Kompressors darf nicht in Verbindung mit Auspuffgasen des Motors oder einer befahrenen Straße gebracht werden.



*Der Kompressor*

### V.3.4. Hebesäcke

Ist ein Objekt, das an die Oberfläche gebracht werden muss, schwerer als 5 kg, so kommen Hebesäcke zum Einsatz. Sie werden mit der alternativen Luftversorgung des Tauchers oder mit einem speziellen Aufblasgerät gefüllt.

Der Umgang mit Hebesäcken ist nicht einfach und sollte geübt werden.

### V.3.5. Rollen / Spulen

Rollen oder Spulen dienen bei Tauchaktivitäten, wie Suchen und Bergen, dazu, ein kreisförmiges Muster zu schwimmen. Sie erleichtern dadurch die Suche erheblich.

Beim Höhlen- und Wracktauchen sind Rollen ein absolut notwendiger Ausrüstungsgegenstand.



*Die Rolle*

### V.3.6. Die Verbindungsleine (Buddy-Leine)

Bei schlechter Sicht ist eine Buddy-Leine von Vorteil. Sie ist eine Verbindung zwischen zwei Tauchern. Diese muss an beiden Enden mit einer nicht zuziehenden Schlaufe versehen sein. Die Buddy-Leine ist ca. 1 –2 m lang und 6-8 mm stark.

### V.3.7. Bojen

Bojen werden auch als Schwimmkörper bezeichnet und werden vom Taucher mitgezogen. Sie dienen zum **Ausruhen**, zur **Markierung eines Tauchplatzes**, zur **Befestigung der Taucherflagge** oder auch um Gegenstände in der Boje abzulegen.



Die Boje

## V.4. Luft und Tauchen

In diesem Abschnitt wollen wir uns mit den Zusammenhängen von Luft und Tauchen beschäftigen.

### V.4.1. Atmen von Luft in der Tiefe

Du hast schon gelernt, wie sich unsere Atemluft zusammensetzt. Und aus dem Schwimmbad weißt Du, dass das Atmen unter Wasser etwas anders ist, als das Atmen an der Oberfläche. Nun wollen wir uns mit dem Atmen in der Tiefe beschäftigen.

Die Luft, die sich in unserer Druckluftflasche befindet, ist die selbe wie die an der Oberfläche. Der Unterschied besteht darin, dass die Luft durch einen Kompressor in die Tauchflasche gefüllt wird und so unter Druck (ca. 200 bar) steht.

Unser Körper benötigt den Sauerstoff aus der Luft um zu überleben. Du hast gelernt, dass unsere Atemluft aus ca. 21% Sauerstoff und ca. 78 % Stickstoff besteht. Der

Sauerstoffanteil in der Luft wird also teilweise von unserem Körper verbraucht, während Kohlendioxid ausgeschieden wird. Der Stickstoff dagegen ist „*inert*“. Das bedeutet, dass unser Körper den Stickstoff nicht verwendet, er wird wieder ausgeschieden.

Während dies an der Oberfläche keine besondere Bedeutung hat, ist im Wasser, unter Druck, einiges in Bezug auf den Stickstoff zu beachten.

An der Oberfläche ist der Körper gesättigt, d.h. er hat soviel Stickstoff, wie er unter diesem Druck in Lösung binden kann. Taucht man ab, so erhöht sich der Druck und es tritt immer mehr gelöster Stickstoff in die Gewebe über. Dies geschieht, in dem der Stickstoff in das Blut übertritt und auf diesem Weg in die Körperzellen gelangt. Der Stickstoffpartialdruck in der Alveolarluft ist größer als der Gewebedruck im Blut. Allmählich verringert sich der Druckgradient, d.h. dass sich der Stickstoff im Gewebe dem der Alveolarluft nähert.

Die Stickstoffaufnahme ist aber nicht in allen Geweben gleich. Das Blut beispielsweise absorbiert den Stickstoff sehr schnell, auch die Muskulatur tut dies, nur etwas langsamer; sie werden als **schnelle Gewebe** bezeichnet. Andere Gewebe, wie z.B. Fett, absorbieren den Stickstoff nur langsam, sie werden als **langsame Gewebe** bezeichnet.

Die Menge an Stickstoff, die ein Taucher während eines Tauchgangs aufnimmt, steht im direkten Verhältnis zur Tiefe und Dauer des Tauchgangs. **Je länger und tiefer ein Tauchgang also ist, desto mehr Zeit hat ein Körper den Stickstoff aufzunehmen.**

Beginnt der Taucher jetzt mit dem Aufstieg, so sinkt der Umgebungsdruck. Sein Körper gibt nun den überschüssigen Stickstoff wieder ab. Der Stickstoffpartialdruck ist jetzt im Gewebe höher als in der Atemluft. Der Stickstoff muss aus den Geweben über die Blutgefäße zur Lunge transportiert und dort abgeatmet werden.

Erfolgt das Auftauchen zu schnell, so kann es zu ernsthaften Erkrankungen, der **Dekompressionskrankheit** kommen.

Bei der Dekompressionskrankheit entstehen mikroskopisch-kleine bis erbsengroße Gasblasen (Stickstoff) im Blut und in den Geweben. Diese Gasbläschen können die Arterien verstopfen und so die Blutzufuhr zu den Geweben unterbrechen. Man nennt dies auch **Gasembolie**. Infolge eines Sauerstoffmangels kommt es zur Schädigung des betroffenen Gewebes. Es kann zu lebensbedrohlichen Situationen kommen, wenn ein Gasbläschen die Blutzufuhr zum Gehirn, Herz oder zur Lunge verstopft.

Die Ursache einer Dekompressionskrankheit ist also der ausperlende Stickstoff, wenn

- die Nullzeit bei Tauchgängen überschritten wird und
- zu schnell aufgetaucht wird, so dass der während des Tauchgangs angesammelte Stickstoff nicht genügend Zeit hat abgeatmet zu werden
- die erforderlichen Dekompressionsstops in entsprechenden Tiefen nicht eingehalten werden.

### V.4.2. Verunreinigte Luft

Verunreinigte Luft kann durch einen defekten Kompressor in die Tauchflasche gelangen. Es können dann Öle und Kohlenmonoxid in der Atemluft enthalten sein. Verunreinigte Luft riecht oder schmeckt manchmal schlecht. Deshalb testen wir auch vor jedem Tauchgang die Luft durch Atmen aus dem Lungenautomaten an der Oberfläche. Bemerkt Du hier, dass die Luft irgendwie komisch schmeckt oder riecht, so tauche nicht. Bewahre die Flasche mit der Luft zur Analyse auf.

Meist riecht oder schmeckt verunreinigte Luft aber nicht schlecht, sie ist geruchs- und geschmacklos.

Symptome, die bei verunreinigter Luft auftreten können, sind:

- Übelkeit
- Benommenheit
- Kopfschmerzen, bis hin zur
- Bewusstlosigkeit.

Ein Anzeichen, dass ein Taucher verunreinigte Luft atmet, sind kirschrote Lippen und Nagelbetten.

Verunreinigte Luft durch defekte Kompressoren sind im Tauchsport äußerst selten. Du solltest aber darauf achten Deine Flaschen in anerkannten und professionellen Tauchgeschäften Deine Flaschen füllen zu lassen.

### V.4.3. Stickstoffvergiftung (Tiefenrausch / Stickstoffnarkose)

Eine Stickstoffvergiftung ist durch Nervenfunktionsstörungen mit eingeschränkter Wahrnehmungsfähigkeit und gestörtem Urteilsvermögen bei zunehmendem Stickstoff-Teildruck in größeren Wassertiefen gekennzeichnet.

Stickstoff ist ein Inertgas und wird somit nicht vom Körper verbraucht. Es wirkt aber in größeren Tiefen wie ein Narkosegas.

Der **Tiefenrausch** kann ab ca. **30 m Tauchtiefe** auftreten. Es ist jedoch von Taucher zu Taucher und auch von Tag zu Tag unterschiedlich, wann der Tiefenrausch auftreten kann. Faktoren, die den Tiefenrausch begünstigen sind:

- Alkohol
- Drogen
- Stress
- Angst
- Medikamente
- Schlafmangel
- Kälte
- Unterwasserarbeit
- Erschöpfung
- Dunkelheit

Die Stickstoffnarkose ist mit einem Alkoholrausch oder LSD-Trip zu vergleichen. Der Unterschied besteht jedoch darin, dass der Taucher kaum Vorzeichen bemerkt und dass bei einem Höhertauchen der Tiefenrausch - im Gegensatz zum Alkoholrausch - sofort beendet ist. Der Tiefenrausch wird vom Taucher selbst selten wahrgenommen, sondern oft nur vom Tauchpartner beobachtet. Der Tauchpartner muss in einem solchen Fall sofort reagieren und den betroffenen Taucher auch gegen seinen Willen in eine geringere Tiefe bringen. Der Tiefenrausch kann lebensgefährlich sein, wenn nicht durch ein Höhertauchen um ca. 10-20 m reagiert wird. Deshalb gilt besonders bei tieferen Tauchgängen; den Tauchpartner im Auge zu behalten: „**Jeder zweite Blick gilt dem Tauchpartner**“.

### V.4.4. Kohlendioxidvergiftung

Kohlendioxid ist ein geruchs- und geschmackloses Gas. Unsere Einatemluft enthält ca. 0,03 % an Kohlendioxid. Die Gründe für eine Kohlendioxidvergiftung können sein:

- ein überlanger Schnorchel
- ein schlecht gewarteter Kompressor, oder
- eine defekte Atemkalkpatrone bei Sauerstoff-Tauchgeräten

Angst oder Erschöpfung können auch zu einer Kohlendioxidvergiftung führen. Angst führt meist zu einer schnellen und flachen Atmung. Das CO<sub>2</sub> kann nicht genügend abgeatmet werden.

Die Anzeichen einer Kohlendioxidvergiftung reichen von Lufthunger über Schweißausbrüche und Kopfschmerzen bis zum Schwindelgefühl mit Übelkeit und Bewusstseinsstörungen. Treten diese Symptome während eines Tauchgangs auf, so ist dieser sofort zu beenden.

#### V.4.4.1. Essoufflément

Essoufflément heißt übersetzt: außer Atem geraten. Das Essoufflément bezeichnet eine Form der Kohlendioxidvergiftung. Werden schwere Unterwasserarbeiten verrichtet oder anstrengende Schwimmstrecken unter Wasser zurückgelegt, kann es zum Essoufflément kommen. Bei Anzeichen eines Essouffléments, ist jegliche Aktivität einzustellen, innezuhalten und bewusst tief zu atmen, sowie in geringere Tauchtiefen aufzusteigen.

### V.4.5. Kohlenmonoxidvergiftung

Kohlenmonoxid ist geruchs- und geschmacklos. Hämoglobin (roter Blutfarbstoff) verbindet sich mit dem Kohlenmonoxid ca. **200 mal schneller** als mit Sauerstoff. Es bildet sich Karboxyhämoglobin. Der Sauerstofftransport ist nicht mehr gewährleistet. Ist das Kohlenmonoxid einmal im Blutkreislauf vorhanden, so dauert es zwischen 8 und 12 Stunden, bis es wieder abgebaut ist.

Die Symptome einer Kohlenmonoxidvergiftung sind Kopfschmerzen, Verwirrung und ein eingeeengtes Blickfeld. Eine Kohlenmonoxidvergiftung kann man an den kirschroten Verfärbungen der Lippen und des Nagelbetts erkennen.

Auch das Rauchen kann zu einer Kohlenmonoxidvergiftung führen. Durch das Rauchen wird der Kohlenmonoxidspiegel um das 3 bis 12fache erhöht. Dies führt,

wie bei einer Luftverunreinigung durch Auspuffgase, zum mangelnden Sauerstofftransport.

### V.4.6. Sauerstoffvergiftung

Sauerstoff ist ab einem gewissen Druck giftig. Die Giftigkeit hat Auswirkungen auf das Zentrale Nervensystem (ZNS) und die Lungen. Diese werden durch den Sauerstoff unter Druck gereizt, was dazu führt, dass sie nicht mehr in der Lage sind, Sauerstoff an das Blut abzugeben. Die Auswirkungen der Giftigkeit von Sauerstoff auf das ZNS sind Muskelzittern, Übelkeit, Krämpfe und Bewusstlosigkeit. Letztendlich wird das ZNS durch das Atmen von reinem Sauerstoff in der Tiefe (ab ca. 6 Metern) geschädigt. An der Wasseroberfläche ist eine Atmung von 100%igem Sauerstoff auch über mehrere Stunden unschädlich.

Sauerstoffvergiftungen haben bei Tauchgängen mit normaler Pressluft eine geringe Bedeutung. Bei Tauchgängen mit Luftgemischen, wie sie beim **NITROX** angewandt werden, sind Faktoren, die zu einer Sauerstoffvergiftung führen können, zu berücksichtigen.

## V.5. Tauchtabelle

### V.5.1. Einführung

Tauchtabelle werden verwendet um anzugeben, wie viel überschüssigen Stickstoff Du in Deinem Körper hast, so dass Du Deine sicheren maximalen Tauchzeit- und Tiefengrenzen bestimmen kannst. Diese Grenzwerte können nur durch die Verwendung von Tauchtabelle gefunden werden, wie etwa dem **Recreational Dive Planner**, was soviel bedeutet wie "Tauchgang-Planer für Sporttaucher". Sei Dir bewusst, dass, obwohl die Tauchtabelle Dir maximale Grenzwerte angeben, Du "**konservativ**" tauchen sollst, indem Du diese maximalen Grenzwerte vermeidest. Dies gilt insbesondere dann, wenn irgendwelche der Faktoren, die zur Deko-Krankheit beitragen (starke körperliche Anstrengung, Kälte, höheres Alter etc.), auf Deine Situation zutreffen. Ergreife besondere Vorsichtsmaßnahmen, damit Du nicht zu sehr dehydrierst, d.h. Deinem Körper zu viel Wasser entzogen wird, z.B. nach mehreren Tagen Tauchen (verbunden mit dem Atmen von trockener Luft).



Da die Empfindlichkeit gegenüber der Deko-Krankheit von Person zu Person unterschiedlich ist, kann keine Tauchtabelle garantieren, dass die Deko-Krankheit niemals auftreten wird, sogar dann nicht, wenn Du innerhalb der Grenzwerte der Tabelle tauchst. Daher solltest Du, Deine Tauchgänge gut innerhalb der Tabellengrenzwerte planen, besonders wenn irgendwelche zur Deko-Krankheit beitragenden Faktoren hineinspielen.

Tauchtabelle legen maximale sichere Zeit- und Tiefengrenzwerte fest, die nicht nur auf der Menge des Stickstoffs basieren, die Du während eines Tauchgangs absorbiert, sondern auch auf der Menge desjenigen Stickstoffs, die Du bei vielleicht vorangegangenen Tauchgängen absorbiert hast. Es kann mehrere Stunden dauern, bis nach dem Erreichen der Oberfläche der überschüssige Stickstoff Deinen Körper wieder verlassen hat. Wenn Du den Recreational Dive Planner verwendest, um Deine Zeit- und Tiefengrenzen zu finden und Du keinen weiteren Tauchgang innerhalb der nächsten sechs Stunden planst, dann hat dieser überschüssige Stickstoff kaum weitere Konsequenzen. Wenn Du allerdings planst, innerhalb dieser nächsten 6 Stunden zu tauchen (oder innerhalb von zwölf Stunden zu fliegen), dann musst Du diesen Extra-Stickstoff bei Deiner Planung in Betracht ziehen.

Ein Tauchgang der innerhalb von 6 Stunden nach einem vorhergehenden erfolgt, wird als **Wiederholungstauchgang** bezeichnet. Vor dem ersten Tauchgang ist der Stand des Stickstoffs in Deinem Körper normal. Nach dem Auftauchen hast Du mehr Stickstoff im Körper, jedoch noch immer innerhalb sicherer Grenzen. Nach einer Stunde an der Oberfläche hat der überschüssige Stickstoff abgenommen, er hatte jedoch noch nicht ausreichend Zeit um zum Normalstand zurückzukehren. Nach Deinem Wiederholungstauchgang hat der Stickstoff in Deinem Körper erneut zugenommen und der Extra-Stickstoff der während des Wiederholungstauchgangs absorbiert wurde, hat sich zu dem überschüssigen Stickstoff addiert der aus dem ersten Tauchgang noch in Deinem Körper war. Es ist sehr wichtig, dass Du den gesamten in Deinem Körper befindlichen Stickstoff berücksichtigst, wenn Du sichere Zeit- und Tiefengrenzen für Deine Tauchgänge bestimmen willst.

Diese ständig sich ändernden und sich miteinander verbindenden Stickstoff-Bestände werden durch die richtige Anwendung des Recreational Dive Planner berücksichtigt. Dieser Recreational Dive Planner, der "Tauchgang-Planer für Sporttaucher", der von **PADI** (seit 1988) als Tauchtabelle verwendet wird, erleichtert die Tauchgang-Planung und das Bestimmen Deiner Zeit- und Tiefengrenzen. Er ist

insofern einzigartig, da er die erste Tauchtabelle ist die speziell für die Verwendung im Sporttauchen entwickelt, getestet und validiert wurde, anstatt für kommerzielles oder militärisches Tauchen. In der Forschung für den Recreational Dive Planner und an seiner Entwicklung arbeiteten einige der hervorragendsten Experten auf den Gebieten der Tauchphysiologie und der Tauchausbildung.

Der Recreational Dive Planner wurde ausschließlich für **Nullzeit-Tauchgänge** entwickelt. Tauchen in der Nullzeit bedeutet: Wenn Du innerhalb der Tabellengrenzen bleibst, darfst Du jederzeit während Deines Tauchgangs direkt zur Oberfläche auftauchen, ohne ein signifikantes Risiko der Deko-Krankheit. **Sporttaucher planen ihre Tauchgänge immer als Nullzeit Tauchgänge.**

Tauchtabelle für kommerzielles oder militärisches Tauchen unterscheiden sich vom Recreational Dive Planner. Berufs- oder Militäertaucher bleiben im allgemeinen in einer bestimmten Tiefe für Zeiten, die weit außerhalb der Zeitgrenzen für das Sporttauchen liegen; deshalb verwenden sie Tabellen, bei denen man eine Dekompression bereits bei ihrer Entwicklung im Sinne hatte. Dekompressions-Tauchgänge beinhalten während des Auftauchens das Einlegen einer Serie von schwierigen und komplexen Stops ("Deko-Stops"), um die Deko-Krankheit zu vermeiden. Dekompressions-Tauchen erfordert signifikante Unterstützung von der Oberfläche sowie Vorbereitungen für Notfälle und liegt außerhalb des Bereichs des Sporttauchens, da es gefährlich sein kann. Die Verwendung von Tauchtabelle, welche für Dekompressions-Tauchen entwickelt wurden, um damit Nullzeit Tauchgänge zu planen ist sicher, jedoch sollten **Sporttaucher niemals Dekompressions-Tauchgänge planen.**

### **V.5.2. Allgemeine Regeln für die Verwendung des "Recreational Dive Planner", PADI's "Tauchgang-Planer für Sporttaucher"**

Es gibt verschiedene allgemeine Regeln, die Du befolgen musst. Wende die folgenden Regeln immer an, wenn Du den Recreational Dive Planner verwendest.

1. **Grundzeit (GZ)** wird berechnet als die Zeit vom Beginn des Abtauchens bis zu dem Moment, wenn Du direkt zur Oberfläche auftauchst.

2. Jeder in eine Tiefe von 10 Meter oder weniger geplante Tauchgang sollte als **10-Meter-Tauchgang** berechnet werden.
3. Verwende bei allen Tauchgängen als Tiefe den exakten oder **nächst größeren** angegebenen Wert.
4. Verwende bei allen Tauchgängen als Zeit den exakten oder **nächst größeren** angegebenen Wert.
5. Tauche von allen Tauchgängen langsam auf, mit einer Aufstiegs geschwindigkeit, die **18 Meter pro Minute** nicht überschreitet.
6. Sei immer "**konservativ**" und vermeide die Verwendung der angegebenen maximalen Grenzwerte.
7. Wenn Du einen Tauchgang in kaltem Wasser planst oder für Bedingungen, die anstrengend sein können, dann plane den Tauchgang so, als wäre er **4 Meter tiefer** als tatsächlich.
8. Plane Wiederholungstauchgänge so, dass **jeder nachfolgende Tauchgang weniger tief** ist. **Auf einen Tauchgang soll niemals ein tieferer Tauchgang folgen.** Plane immer Deinen tiefsten Tauchgang als ersten Tauchgang.
9. Begrenze alle Wiederholungstauchgänge auf **maximal 30 m** oder eine geringere Tiefe.
10. Begrenze Deine maximale Tiefe auf die **Stufe Deiner Ausbildung** und auf Deine **Taucherfahrung. Als Open Water Diver begrenze Deine Tiefe auf maximal 18 Meter.** Taucher mit zusätzlicher Ausbildung sowie mehr Training und Erfahrung sollten ihre Tauchgänge auf 30 Meter als Maximum begrenzen. Taucher mit einer Spezial-Ausbildung als Deep Diver (Tieftauchen), entsprechendem Training und einem vernünftigen Ziel in dieser Tiefe, können bis auf 40 Meter Tiefe tauchen. Sämtliche Tauchgänge sind als Nullzeit-Tauchgänge zu planen, und kein Tauchgang sollte jemals die für das Sporttauchen maximale Tiefengrenze von 40 Meter überschreiten. **Dekompressions-Tauchgänge liegen außerhalb der Parameter des Recreational Dive Planner.**
11. Überschreite niemals die Grenzwerte des Recreational Dive Planner, und vermeide – wann immer möglich – das Tauchen unter Verwendung der maximalen Grenzwerte. Die Tiefe 42 m ist ausschließlich für den Fall einer Notsituation angegeben; keine Tauchgangsplanung und kein Tauchgang soll in diese Tiefe führen.

### V.5.3. Be a S.A.F.E. Diver - Slowly Ascend From Every Dive Sei ein sicherer Taucher - Tauche nach jedem Tauchgang langsam auf

Du hast gelernt wie wichtig es ist, dass Du Deinem Körper hilfst, sich dem zunehmenden Druck beim Abtauchen anzupassen, indem Du in den luftgefüllten Hohlräumen Druckausgleich herbeiführst. Beim Auftauchen benötigt Dein Körper ebenfalls Zeit zur Anpassung. Außerdem brauchst du Zeit, um Deine Tarierung zu regulieren, auf Deinen Tauchpartner zu achten und auf eventuelle Hindernisse über Dir zu achten. Es ist wichtig langsam aufzusteigen - **nicht schneller als 18 Meter pro Minute** (30 cm pro Sekunde), was langsamer ist als Du Dir vielleicht vorstellst.

Als einer, der mit dem Tauchen beginnt, findest Du es vielleicht zu Anfang etwas schwierig, Deine Aufstiegs geschwindigkeit zu beurteilen.

Beginne Deinen Aufstieg immer mit ausreichend Luft in Deiner Flasche, was Dir ein langsames, gemütliches Aufsteigen an die Oberfläche erlaubt. Tauche vorzugsweise entlang eines Seiles auf oder folge der Bodenkontur beim Weg nach oben. Dies gibt Dir eine visuelle Referenz, d.h. einen optischen Bezugspunkt, der die Beurteilung der Aufstiegs geschwindigkeit erleichtern hilft. Verwende beim Auftauchen Deinen Tiefenmesser als Hilfe damit Du weißt wie schnell Du aufsteigst, besonders wenn Du ohne visuelle Referenz auftauchst. Um 3 Meter aufzutauchen solltest Du mindestens 10 Sekunden benötigen - aber mache Dir wegen der Genauigkeit keine Gedanken, solange Du nicht schneller als 30 cm pro Sekunde wirst. Tatsächlich ist es günstig, zur Erhöhung der Sicherheit noch langsamer als mit 30 cm pro Sekunde heraufzukommen.

Wann immer möglich, stoppe Deinen Aufstieg, wenn Du **5 Meter** erreicht hast, und **warte 3 Minuten**, bevor Du die letzten Meter auftauchst - insbesondere nach tiefen Tauchgängen und solchen in der Nähe der maximalen Zeitgrenzen. Man nennt solch einen Stop einen **Sicherheits-Stop**, der Dir einen zusätzlichen Spielraum an Sicherheit verschafft.

Denke Dir die Aufstiegs geschwindigkeit von 18 Meter pro Minute als Geschwindigkeitsbegrenzung: Langsamer ist prima, aber nicht überschreiten.

Be a **S.A.F.E.** Diver- Slowly Ascend From Every Dive: Sei also ein sicherer Taucher, und tauche nach jedem Tauchgang langsam auf.

### V.5.4. Die Verwendung des "Recreational Dive Planner"

Die Tabellen-Version des Recreational Dive Planner besteht eigentlich aus drei miteinander verbundenen Tabellen. Jede der drei Tabellen liefert Informationen, die Du zur Planung von Tauchgängen innerhalb sicherer Stickstoffgrenzen benötigst.

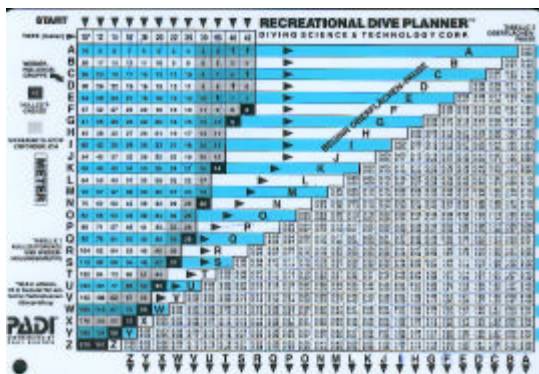


Tabelle 1 und 2

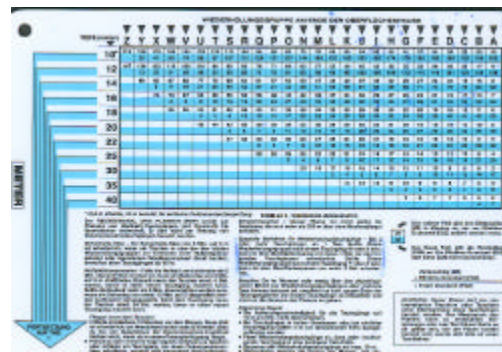


Tabelle 3

#### V.5.4.1. Tabelle 1 / 2

Wenn Du mit der Planung des ersten Tauchgangs des Tages beginnst, wirst Du Tabelle 1 des Recreational Dive Planner (Tabellen-Version) verwenden. Tatsächlich ist es so, dass bei der Planung nur eines einzigen Tauchgangs innerhalb von 6 Stunden Tabelle 1 die einzige Tabelle ist, die Du benötigst. Tabelle 1 erfüllt zwei Aufgaben: sie nennt Dir die maximale Zeit die Du während Deines ersten Tauchgangs in einer bestimmten Tiefe bleiben kannst und sie gibt Dir an, wie viel Stickstoff du nach dem Tauchgang in Deinem Körper hast. Am einfachsten ist das Erlernen der Anwendung von Tabelle 1 anhand eines Beispiels.

Nimm an, Du planst einen Tauchgang an ein Dir bekanntes Riff das sich, wie Du weißt, in 15 Meter Tiefe befindet. Wie lange kannst du sicher in 15 Meter bleiben?

Beginne in Tabelle 1 links in der obersten Zeile, wo **START** steht; in dieser Zeile stehen die Tiefen (in Metern). Du siehst, dass die Tiefen zunächst um 2 Meter zunehmen, angefangen bei 10 Meter bis 22 Meter, danach in 5 Meter Schritten von 25 m bis 40 m. Für unser Beispiel bedeutet dies, dass 15 m nicht erscheinen.

## Unterrichtseinheit 5

In den allgemeinen Regeln hast Du gelernt, dass Du immer die exakte oder nächst größere Tiefe nimmst, so dass Du für unser Beispiel die Zeile mit den Tiefen entlanggehst bis zur Tiefe **16 m**. Sämtliche Zahlen, die unterhalb der Tiefen-Zeile erscheinen sind Minuten. Als unterste Zahl in der 16-m Spalte findest du die Angabe **72** in einem schwarzen Kästchen. Alle Zahlen in den schwarzen Kästchen sind die für diese Tiefe maximal erlaubten Zeiten unter Wasser die wir als **Nullzeitgrenzen (NZG)** bezeichnen. Dies bedeutet, dass die maximale Zeit für unseren Beispiel-Tauchgang auf 15 m (aufgerundet auf 16 m) 72 Minuten sind.

TIEFE (meter)	10*	12	14	16	18
A	10	9	8	7	6
B	20	17	15	13	11
C	30	23	19	17	15
D	30	26	22	18	16
E	34	22	24	21	18
F	37	22	27	23	20
G	41	25	29	25	22
H	45	28	32	27	24
I	50	32	36	29	26
J	54	35	37	32	28
K	55	39	40	34	30
L	56	43	43	37	32
M	57	47	47	39	34
N	58	50	50	43	36
O	59	53	53	45	38
P	60	57	57	48	41
Q	61	59	61	50	43
R	62	62	62	52	45
S	63	65	65	54	46
T	64	67	67	56	48
U	65	69	69	58	50
V	66	71	71	60	52
W	67	73	73	62	54
X	68	75	75	64	56
Y	69	77	77	66	58
Z	70	79	79	68	60

Falls Du nur einen einzigen Tauchgang planst, so ist das die gesamte Information, die Du benötigst. Dein Tauchgang darf 72 Min. nicht überschreiten. Entsprechend wirst Du in der Tabelle ablesen können, dass ein Tauchgang auf 18 m eine NZG von 56 Min. und einer auf 12m eine NZG von 147 hat. Bei vielen Gelegenheiten wirst Du mehr als einen Tauchgang machen wollen. Das bedeutet, wie Du gerade gelernt hast, dass Du bei der Planung Deines zweiten Tauchgangs den Stickstoff berücksichtigen musst, den Du beim ersten Tauchgang aufgenommen hast. Der in Deinen Geweben nach dem ersten Tauchgang zurückgebliebene Stickstoff wird **Reststickstoff** genannt. Du verwendest Tabelle1, die Dir sagt, wie viel Reststickstoff Du in Deinem Körper hast.

Indem wir mit unserem Beispiel fortfahren, nimm an, dass Du auf 15 m 40 Min. der erlaubten 72 Min. geblieben bist: Du folgst der 16 m Spalte hinunter, bis Du 40 Min. oder die nächst größere Zeit findest - in diesem Falle **42** Minuten. Vom 42 Min. Kästchen gehst Du die Zeile horizontal nach rechts und findest den Buchstaben **N**.

## Unterrichtseinheit 5

Dieser Buchstabe ist Deine **Wiederholungsgruppe (WG)**, die den in Deinem Körper nach dem Tauchgang zurückgebliebenen Reststickstoff repräsentiert. Deine Wiederholungsgruppe wirst Du gebrauchen, wenn Du zu Tabelle 2 übergehst.

	16	18	20	22	25	30	35	40	42	RECR DIVING
4	7	6	6	5	4	3	3	3	3	
5	13	11	10	9	8	6	5	5	4	
9	17	15	13	12	10	8	7	6	5	
2	19	16	15	13	11	9	8	7	6	
4	21	18	16	15	13	10	9	7	7	
7	23	20	18	16	14	11	9	8	8	
9	25	22	20	18	15	12	10	9	9	
2	27	24	21	19	17	13	11			
5	29	26	23	21	18	14	12			
7	32	28	25	22	19	15	13			
0	34	30	26	24	21	16	14			
3	37	32	28	25	22	17				
7	39	34	30	27	23	19				M
0	42	36	32	29	25	20				N
3	45	38	34	30	26					O
7	48	41	36	32	28					P

In Erinnerung an die zuvor erfolgten Ausführungen zum Reststickstoff weißt Du, dass mit dem Verstreichen von Zeit nach einem Tauchgang Stickstoff Deinen Körper verlässt. Du wirst Tabelle 2 verwenden um zu bestimmen, wie viel Reststickstoff Dein Körper während einer **Oberflächenpause (OFP)** abbaut - das ist die Zeit an der Oberfläche zwischen zwei Tauchgängen. Du gehst in Tabelle 2 hinein mit der Wiederholungsgruppe, die Du in Tabelle 1 gefunden hast. Die Zahlen innerhalb der Kästchen in Tabelle 2 sind Zeiten, angegeben in Stunden und Minuten. So bedeutet z.B. 1 :30 eine Stunde und dreißig Minuten.

In der Fortsetzung unseres Beispieltauchgangs auf 15 m für 40 Min., der die Wiederholungsgruppe N ergab, gehe von dieser Wiederholungsgruppe N horizontal in Tabelle 2 hinein. Indem Du annimmst, dass für dieses Beispiel Deine Oberflächenpause (OFP) 1 Stunde betragen hat, fahre horizontal nach rechts, bis Du das Kästchen findest, in dem 1 Std. auf oder zwischen die beiden dort angegebenen Zeiten fällt. In diesem Beispiel wäre dies das Kästchen mit dem angegebenen Zeitintervall 1 :00 / 1:08, nach dem Du schauen musst. Gehe nun von dort senkrecht nach unten an den unteren Rand von Tabelle 2, bis Du die neue Wiederholungsgruppe findest; für dieses Beispiel ergibt sich die neue Wiederholungsgruppe **D**. Das bedeutet, dass ein Taucher mit einer

## Unterrichtseinheit 5

Wiederholungsgruppe N innerhalb 1 Stunde an der Oberfläche genügend Reststickstoff abbaut, um in die Wiederholungsgruppe D zu gelangen. Mit dieser neuen Wiederholungsgruppe kannst du weitergehen zu Tabelle 3, um Deinen Wiederholungstauchgang zu planen.

M	0:00	0:05	0:10	0:15	0:20	0:25	0:30	0:40	0:47	0:56	1:05	1:26	2:15				
N	0:00	0:04	0:08	0:14	0:19	0:25	0:32	0:39	0:46	0:55	1:04	1:25	2:14				
D	0:00	0:08	0:09	0:13	0:18	0:24	0:29	0:35	0:42	0:48	0:56	1:04	1:13	1:35	2:24		
	0:00	0:04	0:08	0:13	0:17	0:22	0:28	0:33	0:39	0:46	0:52	1:00	1:08	1:17	1:39	2:28	
	0:00	0:07	0:12	0:16	0:21	0:27	0:32	0:38	0:45	0:51	0:59	1:07	1:16	1:38	2:27	3:28	
	0:00	0:04	0:08	0:12	0:17	0:21	0:26	0:31	0:37	0:43	0:49	0:56	1:04	1:12	1:21	1:43	2:31
	0:03	0:07	0:11	0:15	0:20	0:25	0:30	0:36	0:42	0:48	0:55	1:03	1:11	1:20	1:42	2:30	3:31
	0:04	0:08	0:12	0:16	0:20	0:25	0:30	0:35	0:41	0:47	0:53	1:00	1:08	1:16	1:35	1:47	2:35
	0:07	0:11	0:15	0:19	0:24	0:29	0:34	0:40	0:46	0:52	0:59	1:07	1:15	1:24	1:46	2:34	3:35
	0:07	0:11	0:15	0:19	0:24	0:28	0:33	0:38	0:44	0:50	0:57	1:04	1:11	1:19	1:38	1:50	2:39
	0:10	0:14	0:18	0:23	0:27	0:32	0:36	0:41	0:47	0:53	1:00	1:10	1:18	1:27	1:49	2:38	3:39
	0:11	0:14	0:18	0:23	0:27	0:32	0:37	0:42	0:48	0:54	1:00	1:07	1:14	1:23	1:42	1:54	2:42
	0:13	0:17	0:22	0:26	0:31	0:36	0:41	0:47	0:53	0:59	1:06	1:13	1:22	1:31	1:53	2:41	3:42
	0:14	0:18	0:22	0:26	0:30	0:35	0:40	0:45	0:51	0:57	1:03	1:10	1:18	1:26	1:45	1:57	2:45
	0:17	0:21	0:25	0:29	0:34	0:39	0:44	0:50	0:56	1:02	1:09	1:17	1:25	1:34	1:56	2:44	3:45
	0:17	0:21	0:25	0:29	0:34	0:38	0:43	0:48	0:54	1:00	1:06	1:13	1:21	1:29	1:48	2:00	2:48
	0:20	0:24	0:28	0:32	0:37	0:42	0:47	0:53	0:59	1:05	1:12	1:20	1:28	1:37	1:59	2:47	3:48
	0:20	0:24	0:28	0:32	0:37	0:41	0:46	0:51	0:57	1:03	1:09	1:16	1:24	1:32	1:41	2:03	2:51
	0:23	0:27	0:31	0:36	0:40	0:45	0:50	0:56	1:02	1:08	1:15	1:23	1:31	1:40	2:02	2:50	3:51
	0:23	0:27	0:31	0:35	0:40	0:44	0:49	0:54	1:00	1:06	1:12	1:19	1:27	1:35	1:44	2:06	2:54
	0:26	0:30	0:34	0:38	0:43	0:48	0:53	0:58	1:04	1:11	1:18	1:26	1:34	1:43	2:05	2:53	3:54
	0:26	0:30	0:34	0:38	0:42	0:47	0:52	0:57	1:03	1:09	1:16	1:23	1:30	1:38	1:47	2:09	2:57
	0:29	0:33	0:37	0:41	0:46	0:51	0:56	1:02	1:08	1:14	1:21	1:28	1:37	1:46	2:08	2:56	3:57
	0:29	0:32	0:36	0:41	0:45	0:50	0:55	1:00	1:06	1:12	1:18	1:25	1:32	1:41	1:50	2:12	3:00
	0:31	0:35	0:40	0:44	0:49	0:54	0:59	1:05	1:11	1:17	1:24	1:31	1:40	1:49	2:11	2:59	4:00

### V.5.4.2. Tabelle 3

Du wirst Tabelle 3 verwenden um herauszufinden, wieviel Reststickstoff, ausgedrückt in Minuten, Du in Deinem Körper zurückbehalten hast, bevor Du für Deinen Wiederholungstauchgang ins Wasser steigst. Diese in der Tabelle in Minuten ausgewiesene Stickstoffmenge bezeichnen wir als **Reststickstoff-Zeitzuschlag** oder kurz, als **Zeitzuschlag (ZZ)**. Im Prinzip nimmt Tabelle 3 Deine Wiederholungsgruppe und wandelt sie um in die für Deinen nächsten Tauchgang mögliche (Null)Zeit. Wir fahren erneut mit unserem Beispiel fort, bei dem Du der OFP von 1 Stunde in Wiederholungsgruppe D am unteren Rand von Tabelle 2 warst. Drehe nun den Recreational Dive Planner herum und finde Wiederholungsgruppe D in der obersten Zeile. Am linken Rand von Tabelle 3 findest Du die Tiefen für den Wiederholungstauchgang. Für unser Beispiel nimm an, Du planst einen Wiederholungstauchgang auf 13 m. Wiederum gilt: wenn die geplante Tiefe nicht in der Tabelle erscheint, so musst Du die nächst größere Tiefe nehmen; in unserem Beispiel wären das 14 m. Finde also 14 m am linken Rand von Tabelle 3 und folge der Zeile horizontal nach rechts, bis Du Dich unterhalb Wiederholungsgruppe D befindest. Dort wirst Du zwei Zahlen finden: 22 im weißen Feld des Kästchens und 76 im blauen Feld.



## Unterrichtseinheit 5

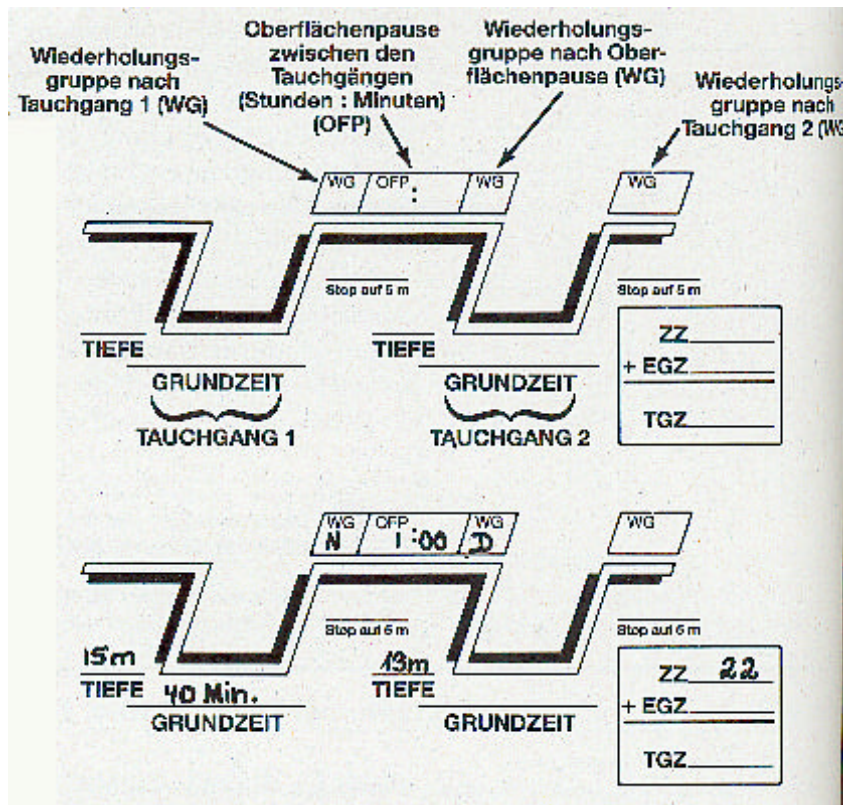
22 ist der Zeitzuschlag (ZZ) den Du verwenden wirst, um nach dem Wiederholungstauchgang in Tabelle 1 zurückzukehren. 76 ist die **Restnullzeit (RNZ)**.

TIEFE (meter)	Z	Y	X	W	V	U	T	S	R	Q	P	O	N	M	L	K	J	I	H	G	F	E	D	C	B	A
10*	218	188	178	160	148	133	122	112	104	96	88	82	76	70	64	59	54	50	45	41	37	34	30	26	20	10
12	147	134	123	116	108	101	94	88	82	76	71	66	62	57	53	49	45	42	38	35	32	29	26	23	17	9
14	98	88	81	77	73	68	64	61	57	55	50	47	43	40	37	35	32	29	27	24	22	19	15	8		
16		72	70	67	63	60	56	53	50	48	45	42	39	37	34	32	29	27	25	23	21	19	17	13	7	

Diese Restnullzeit ist die maximal mögliche Zeit, die Du bei Deinem Wiederholungstauchgang in der Tiefe verbringen kannst, damit auch dieser Wiederholungstauchgang als Nullzeit Tauchgang erfolgt. Da Du in Wiederholungsgruppe D bist und auf 13 m (aufgerundet auf 14 m) gehen willst, darfst Du nicht länger als **76 Minuten** unter Wasser bleiben. (Hinweis: Wenn du die beiden Zahlen, die sich in den Kästchen der Tabelle 3 befinden addierst, so ist die Summe jeweils die Nullzeitgrenze für die entsprechende Tiefe in den schwarzen Kästchen von Tabelle 1. Die Restnullzeit (RNZ) ist also die Differenz zwischen der Nullzeitgrenze (NZG) in Tabelle 1 und dem Zeitzuschlag (ZZ) in Tabelle 3.)

### V.5.5. Das Zeichnen des Tauchprofils

Ein Weg, wie Du bei der Verwendung der Tauchtabellen Konfusion vermeiden kannst und sicherstellst, dass Du keine Schritte auslässt, besteht darin, den Tauchgang grafisch als Zeichnung darzustellen. Dies nennt man **Tauchprofil**. Beachte, dass für jede entscheidende Information eine leere, auszufüllende Stelle vorhanden ist. Wenn Du eine Eintragung beim Zeichnen eines Tauchprofils auslässt, hast Du wahrscheinlich einen wichtigen Teil bei der Verwendung der Tauchtabellen übersehen. Das Profil für das Beispiel, das wir verwendet haben, ist zum Vergleich hier angegeben. Es wird sehr empfohlen, dass Du es Dir zur Gewohnheit machst ein komplettes Tauchprofil zu zeichnen, wann immer Du die Tauchtabellen verwendest.



Das Tauchprofil

## V.5.6. Planung mehrfacher Wiederholungstauchgänge

Falls Du planst nur zwei Tauchgänge am Tag zu machen, so hast Du bereits gelernt was Du wissen musst. Willst Du mehr als zwei Tauchgänge am Tag machen, dann gibt es noch einen weiteren Schritt für Dich zu lernen: Wie findest Du Deine neue Wiederholungsgruppe (WG) am Ende eines Wiederholungstauchgangs?

Du findest Deine neue WG in Tabelle I, indem Du den (Reststickstoff-)Zeitzuschlag (ZZ), den Du in Tabelle 3 gefunden hast zusammen mit der Grundzeit Deines Wiederholungstauchgangs verwendest. Indem wir erneut unser obiges Beispiel fortsetzen, nimm an, dass Du 50 der möglichen 76 Minuten Restnullzeit (RNZ) bei Deinem Wiederholungstauchgang auf 13 m (aufgerundet 14 m) unter Wasser geblieben bist: die Zeit ist, die Du effektiv, d.h. tatsächlich, unter Wasser warst, nennt man sie **Effektive Grundzeit (EGZ)**.

Während der Effektiven Grundzeit Deines Wiederholungstauchgangs hat Dein Körper mehr Stickstoff absorbiert. Du hattest aber auch noch von Deinem ersten Tauchgang übriggebliebenen Reststickstoff in Deinem Körper. Um die



### V.5.7. Spezielle Regeln für mehrfache Wiederholungstauchgänge

Es gibt einige spezielle Regeln, die dann Anwendung finden, wenn Du 3 oder mehr Tauchgänge (den ersten und zwei Wiederholungstauchgänge) in einer Serie von mehrfachen Wiederholungstauchgängen planst. Das Durchführen von 3 Tauchgängen hintereinander ist weitverbreitet während des Tauchurlaubs auf Tauchbasen oder Taucherschiffen.

Wenn Du drei oder mehr Tauchgänge planst, dann musst Du vom ersten Tauchgang des Tages an darauf achten, ob Deine Wiederholungsgruppe ein **W** oder ein **X** ist. Für diesen Fall beträgt die Mindestdauer Deiner Oberflächenpause zwischen allen nachfolgenden Tauchgängen

**1 Stunde.** Ist die Wiederholungsgruppe nach irgendeinem Tauchgang ein **Y** oder ein **Z**, dann beträgt die Mindestdauer Deiner Oberflächenpause zwischen allen nachfolgenden Tauchgängen **3 Stunden**. Vergiss nicht, dass ein Wiederholungstauchgang immer auf die selbe oder eine geringere Tiefe führt, wie beim vorangegangenen Tauchgang. **Mache den tiefsten Tauchgang Deiner Serie von Tauchgängen als ersten, und mache die darauffolgenden jeweils in eine geringere Tiefe.**

Begrenze alle Wiederholungstauchgänge auf maximal 30 m oder eine geringere Tiefe.

*Anmerkung: Da gegenwärtig wenig über die physiologischen Auswirkungen von mehreren Tauchgängen über mehrere Tage bekannt ist, verhältst Du dich klug, wenn Du weniger Tauchgänge machst und Deine Aufenthaltszeiten unter Wasser gegen Ende einer mehrtägigen Tauchserie begrenzt.*

### V.6. Tauchmedizin

#### V.6.1. Medikamente beim Tauchen

Beim Tauchen sollte auf Medikamentengebrauch verzichtet werden.

Natürlich gibt es Ausnahmen, die aber der Taucharzt genehmigen muss.

Bei der „Pille“ gibt es grundsätzlich keine Einschränkung der Tauchtauglichkeit.

#### V.6.2. Rauchen

Generell sollten Taucher nicht rauchen. Da es aber erhebliche Schwierigkeiten macht diese Sucht zu bekämpfen, sollten Raucher wenigstens vor dem Tauchgang unbedingt einige Stunden auf das Rauchen verzichten.

Durch das Einziehen des Zigarettenrauches wird neben Nikotin auch Kohlenmonoxid in die Lunge transportiert. Durch Kohlenmonoxid wird ein Teil des Hämoglobins für den Sauerstofftransport blockiert. Weiterhin werden durch den Zigarettenrauch Mikropartikel in die Lunge befördert, die zu Reizerscheinungen (z.B. Bronchitis) und zur Verengung der Bronchien führen. Dadurch verkleinert sich der Bronchialröhrenquerschnitt, was letztendlich zu einer Überdehnung oder einem Riss des Lungengewebes führen kann. Raucher haben also ein höheres Risiko ein Lungenüberdruckbarotrauma zu erleiden.

#### V.6.3. Alkohol

Vor dem Tauchgang sollte mindestens acht Stunden kein Alkohol getrunken werden. War der Abend zuvor mit viel Alkoholgenuss versehen, so sollte beachtet werden, dass noch ein recht hoher Alkoholgehalt im Blut vorhanden sein könnte. Es sollte dann mindestens auf den morgendlichen Tauchgang verzichtet werden.

#### V.6.4. Opiate, Kokain, Extasy, LSD

Es versteht sich von selbst, dass bei Einnahme von Drogen, egal welcher Art, ein Tauchverbot besteht.

### V.6.5. Stimmritzenverschluss

Bei Panik während des Tauchgangs kann ein Stimmritzenverschluss auftreten. Hierbei kommt es zum Kontakt der Stimmritze mit kaltem Wasser. Die Stimmbänder ziehen sich krampfartig zusammen, die Stimmritze kann sich dadurch verschließen. Der Taucher kann nicht mehr atmen.

### V.6.6. Seekrankheit

Bei der Seekrankheit können sich optische Informationen und die Gleichgewichtsorgane kein einheitliches Bild der Situation machen. Es kommt zu Schwindel, Übelkeit und Erbrechen. Liegt eine starke Seekrankheit vor, darf bei den beschriebenen Symptomen nicht getaucht werden. Leichte Seekrankheit verschwindet meist beim Sprung ins Wasser. Um dies abschätzen zu können, bedarf es aber einiger Erfahrung.

### V.6.7. Drehschwindel (Vertigo)

Reißt das Trommelfell während des Tauchgangs ein und tritt kaltes Wasser in das Mittelohr, kommt es zum Vertigo oder **Kalorischen Schwindel**. Der Schwindel lässt wieder nach, wenn sich das eingedrungene Wasser erwärmt hat.

Hat ein Taucher während des Abstiegs Druckausgleichsprobleme, kann es ebenfalls zu Drehschwindel kommen. Dies nennt man **Alternobarer Drehschwindel**. Der Alternobare Drehschwindel ist auch in der Auftauchphase möglich.

### V.7. Schwimmbadlektion 5

In dieser Schwimmbadlektion werden wir die Fertigkeiten beim Tauchen erweitern. Wir werden eine spezielle Tarierungskontrolle durchführen (Schweben), werden die Wechselatmung mit dem Tauchpartner praktizieren, das Tauchgerät unter Wasser ablegen und wiedererlangen und das Tauchgerät antauchen.

#### V.7.1. Tarierungskontrolle (Schweben)

Bisher hast Du das Tarieren über Balancieren auf den Flossenspitzen und während des Tauchens gelernt und geübt. Nun wollen wir die Tarierung „perfektionieren“, indem Du schwebst.

Eine perfekte Tarierung vermeidet das Aufwühlen des Untergrundes und die Schädigung oder Zerstörung von Unterwasserlebewesen.

Tauche zum Grund ab und nimm eine Sitzhaltung ein (z.B. Schneidersitz). Atme tief und langsam und lasse stoßweise Luft in Dein Jacket über den Inflator. Bald wirst Du feststellen, dass Du Dich etwas vom Boden abhebst. Kontrolliere nun Deine Tiefe nur mit der Lunge, ohne die Luft anzuhalten, bis Du eine stabile Position unter Wasser hast.

Steigst Du auf, so verringere Deinen Auftrieb, indem Du Deine Lungen weniger füllst, sinkst Du, so atme vermehrt ein. Suche Dir einen Referenzpunkt, z.B. die Schwimmbadleiter, damit Du sehen kannst, wie Du steigst oder sinkst.



*Schweben*

### V.7.2. Wechselatmung

Die Wechselatmung wird dann erforderlich, wenn ein Tauchpartner, in einer Situation, in der die Luft knapp wird, keine alternative Luftversorgung hat.

Die Übung wird mit dem Zeichen „Ich habe keine Luft mehr“ eingeleitet. Dein Partner sollte sofort reagieren und Dir die zweite Stufe seines Lungenautomaten reichen. Nehmt jetzt abwechselnd **2 Atemzüge** und zeigt diese mit den Fingern an. Denkt daran die Atemwege offenzuhalten sobald der Lungenautomat aus dem Mund ist, indem Ihr immer einen kleinen Luftstrom erzeugt (**Bubbles**). Der Automatengeber hält die zweite Stufe ständig am Automaten Schlauch dicht am Gehäuse. **Die Luftdusche sollte immer frei bleiben.** Wenn Du als Luftempfänger mal keine Luft mehr übrig haben solltest den Automaten auszublasen, so kannst Du die Luftdusche betätigen.

**Der Automatenspender sollte die zweite Stufe nicht loslassen !**

Sobald mit der Wechselatmung begonnen wird solltet Ihr Euch festhalten, um genügend Stabilität zu haben. Der Automatenspender hält den Empfänger mit der linken Hand am Jacket fest, der Empfänger den Spender mit der rechten Hand.

Atmet eine Zeit lang aus dem Automaten, bis Ihr einen entspannten Atemrhythmus erreicht habt.

Zuerst werdet Ihr die Übung stationär machen, dann werdet Ihr schwimmend über den Grund oder einen Aufstieg unter Wechselatmung betreiben.

Jeder sollte bei der Übung einmal Luftspender und einmal Luftempfänger sein.



*Wechselatmung (stationär)*



*Wechselatmung (mit Aufstieg)*



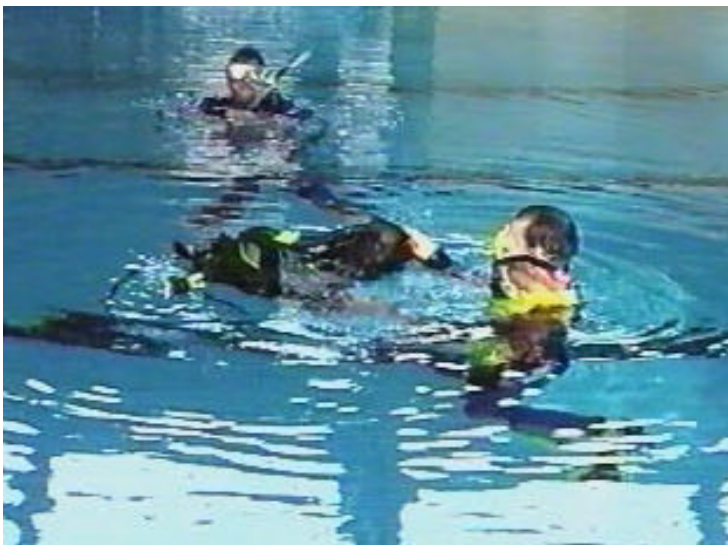
### V.7.3 Tauchgerät ablegen und wiedererlangen

Es kann beim Tauchen Situationen geben in denen Du Dein Tauchgerät ablegen und wieder anziehen musst, z.B. wenn Du Dich in einer Angelleine oder Pflanzen verfängst. Es ist auch möglich, dass sich beim Sprung ins Wasser Deine Beibänderung verschoben hat, so dass Du sie nachstellen musst. Manchmal wird Dir bei Tauchausfahrten mit kleineren Booten auch das Tauchgerät ins Wasser gegeben, so dass Du es an der Oberfläche anziehen musst.

Dies sind nur einige Gründe, warum Du das Ablegen und Wiedererlangen des Tauchgerätes lernen und beherrschen solltest.

#### V.7.3.1. An- und Ablegen an der Oberfläche

Gib zuerst etwas Luft in Dein Jacket, so dass das Tauchgerät schwimmt. Ordne dann Brust- und Bauchgurte, so dass sie ausgebreitet daliegen. Nun kannst Du Dich auf den unteren Teil der Tauchflasche setzen, so dass sich diese zwischen Deinen Beinen befindet. Schiebe jetzt die Arme auf beiden Seiten in das Jacket hinein und lasse Dich nach vorne gleiten. Das Jacket rutscht dann nach oben, so dass Du Dich darin befindest. Schließe nun Brust- und Bauchgurte.



*An- und Ablegen des Jackets an der Oberfläche*

#### V.7.3.2. An- und Ablegen unter Wasser

Tauche ab, knie Dich auf den Grund und lasse die ganze Luft aus dem Jacket. Öffne nun Brust- und Bauchgurt und beginne zuerst den **linken Arm** aus dem Jacket zu ziehen. Bewege nun das Jacket vor Dich und ziehe dann den rechten Arm heraus.

## Unterrichtseinheit 5

---

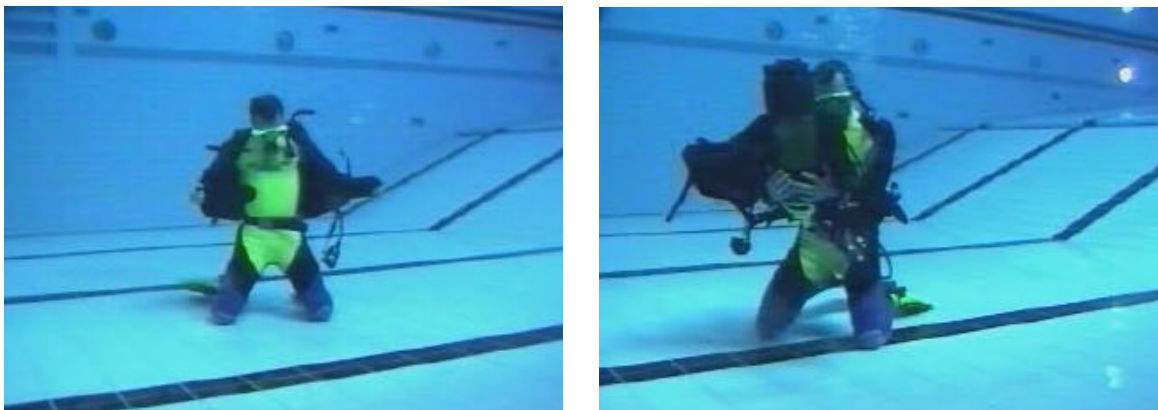
Beginnst Du mit dem rechten Arm, so ziehst Du Dir womöglich den Automaten aus dem Mund durch Zug am Schlauch.

### ***Der Automat bleibt während der Übung ständig im Mund !***

Um das Tauchgerät wieder anzuziehen, halte es senkrecht und achte darauf, dass die komplette Befähigung frei ist. Beginne beim Anziehen mit dem **rechten Arm**. Schwinge es nach hinten und schlüpfe nun mit dem linken Arm wieder in das Jacket. Schließe nun Brust- und Bauchgurt.

Eine weitere Methode das Jacket wiederzuerlangen ist das „**Überkopfanziehen**“. Hierbei musst Du beachten, dass sich der Schlauch des Lungenautomaten zwischen Deinen Armen befindet, da Du Dir sonst den Automaten aus dem Mund ziehen kannst.

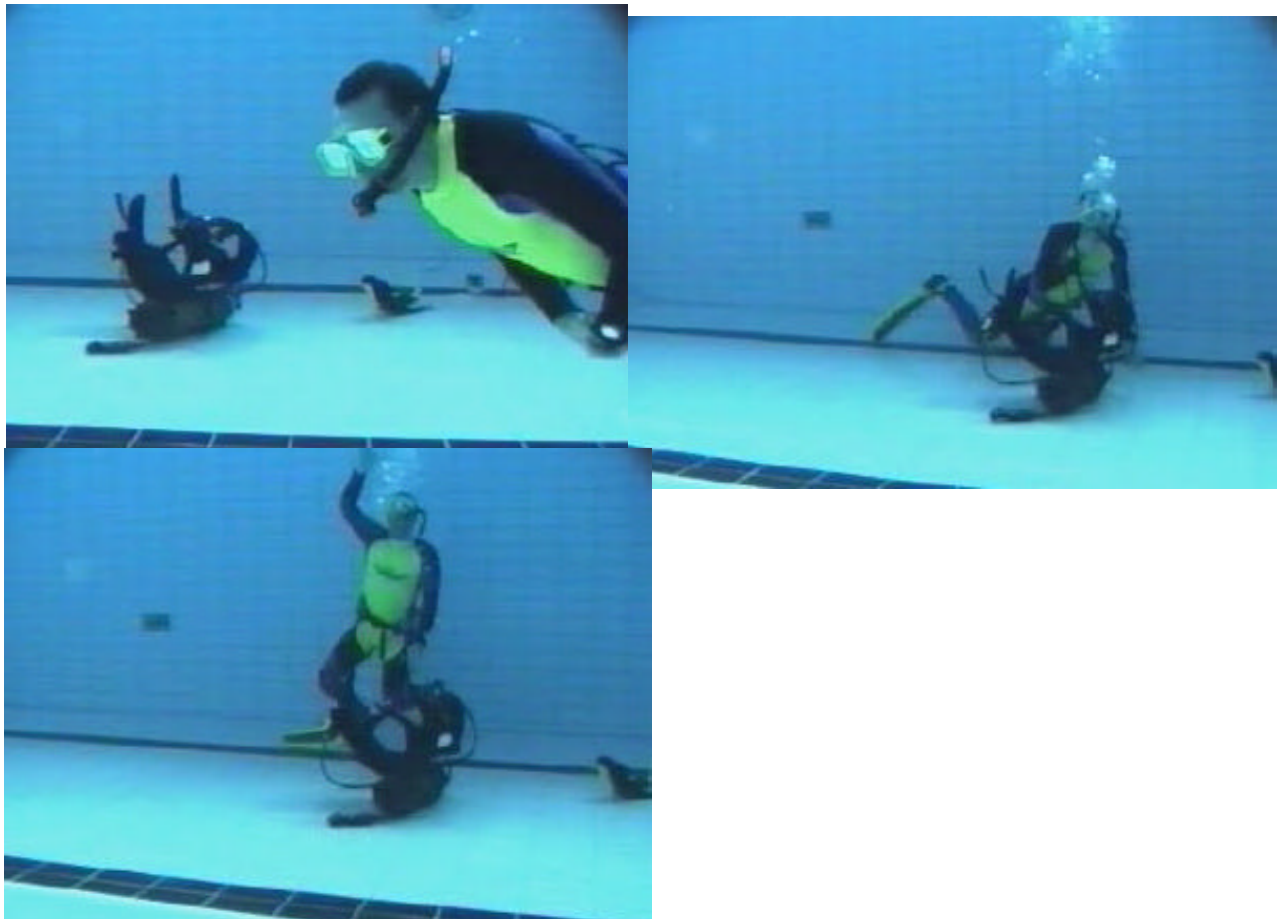
Hebe das Tauchgerät über Kopf und lasse es langsam an den Armen hinuntergleiten. Kontrolliere und schließe am Ende die Befähigung.



*An- und Ablegen des Jackets unter Wasser*

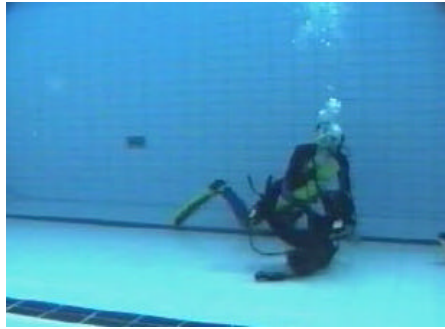
### V.7.4. Tauchgerät antauchen

Das Tauchgerät liegt am Grund des Schwimmbades. Du tauchst mit Schnorchelausrüstung und Bleigurt das Tauchgerät an. Hast Du das Gerät erreicht, so nimm aus dem Lungenautomaten einige Atemzüge. Nun tauchst Du langsam wieder auf. Achte darauf, beim Auftauchen die Atemwege offenzuhalten und ständig **bubbles** zu erzeugen da Du nun auf einer gewissen Tiefe Pressluft geatmet hast.



*Gerät antauchen*

In der zweiten Übung tauchst Du wiederum das Gerät an, atmest aus dem Lungenautomaten und ziehst das Gerät nach einer der beiden Methoden wieder an. Nun tauchst Du langsam wieder auf.



*Gerät antauchen, anziehen  
und auftauchen*

## Unterrichtseinheit 6

In dieser Unterrichtseinheit werden wir uns beschäftigen mit:

**Kompassnavigation**

**Gesundheit** beim Tauchen

unterschiedlichen **Barotraumen**

Behandlung von **Lungenüberdehnungsverletzungen**

**Dekompressionskrankheit**

und in der **Schwimmbadlektion** mit

***An- und Ablegen des Bleigurts***

***Retten eines bewusstlosen Tauchers***

***Simulationsübung: Die Luft geht zu Ende***

weiterhin werden wir etwas über

**Freiwassertauchgänge** und

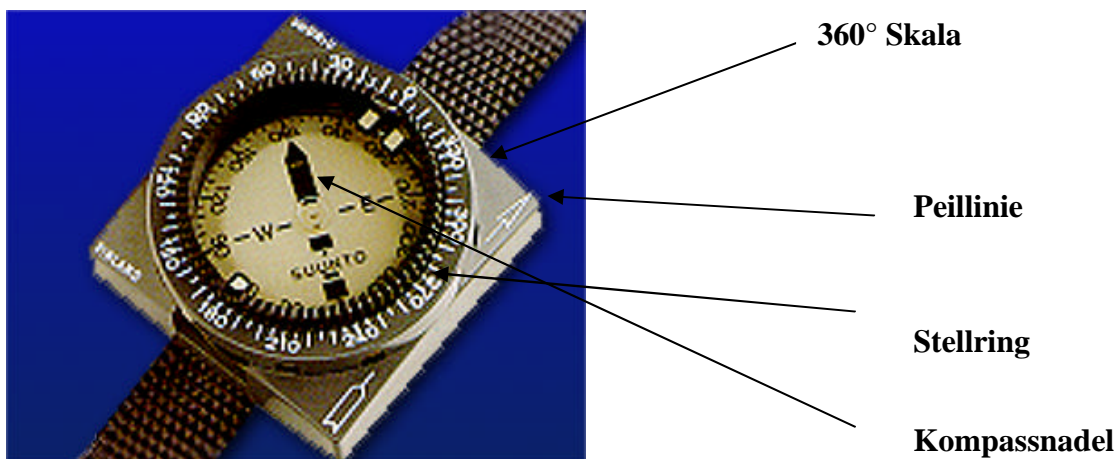
**Weiterbildung** hören.

### VI.1. Die Kompassnavigation

Die Kompassnavigation ist wichtig, um zu wissen wo Du Dich befindest und welchen Kurs Du unter Wasser einschlagen musst. Manchmal kann man sich an natürlichen Gegebenheiten, wie z.B. Felsformation, Bewuchs, usw. orientieren. Doch meist muss man mit dem Kompass navigieren.

Ein Kompass hilft Dir Deine Ausstiegsstelle wiederzufinden, ohne zwischendurch auftauchen zu müssen.

Der Kompass sollte mit einer übersichtlichen, in **360° unterteilten Skala** ausgestattet sein. Ein **drehbarer, einrastender Außenring mit Nullmarkierung** erleichtert das Navigieren. Zudem sollte eine **Peileinrichtung** nicht fehlen. Der



Der Kompass

Mit der Peillinie peilst Du die gewünschte Richtung an. Die Kompassnadel zeigt immer zum magnetischen Nordpol. Der Stelling hilft Dir eine gerade Richtung zu tauchen.

Bevor Du beginnst den Kompass unter Wasser zu benutzen, verwende ihn, um einige Übungen an Land zu machen. Der erste Schritt ist das richtige Halten des Kompasses. Dazu muss sich die Peillinie in einer Geraden mit der **Mittelachse des Körpers** befinden.

Trägst Du den Kompass an der Hand, so streckst Du einen Arm aus, mit der Hand des anderen Armes greifst Du den ausgestreckten Arm am Oberarm. So hast Du eine Art Peillinie mit Deinem ausgestreckten Arm erzeugt. Achte darauf, dass der andere Arm in einem rechten Winkel gehalten wird, so dass der Kompass gerade ist. Achte bei der Navigation darauf, dass Deine Körpermittelachse mit der Richtung der Peillinie übereinstimmt, sonst wird die Navigation ungenau.

Um nun einen Kurs geradeaus zu tauchen, peile mit Deiner Peillinie die gewünschte Richtung an und richte Deine Körpermittelachse auf die Peillinie aus. Halte den Kompass **waagerecht**, um ein Verklemmen der Kompassnadel zu vermeiden. Stelle nun die Indexmarken so ein, dass sie sich rechts und links der Kompassnadel befinden. Wenn Du jetzt einen Geradeaus- Kurs schwimmst, so muss sich die Kompassnadel immer zwischen den Indexmarken befinden.

Bist Du nun an Deinem Ziel angekommen und willst zurückkehren, so musst Du einen Umkehrkurs einstellen. Dafür drehe den Stellring so, dass sich die Indexmarken genau an ihrer entgegengesetzten Stelle auf dem Kompass befinden. Drehe dann Dich selbst, bis sich die Kompassnadel wieder zwischen den Indexmarken befindet. Nun solltest Du in die Richtung schauen, aus der Du gekommen bist. Schwimme nun zum Ausgangspunkt zurück, wie Du es schon auf dem Hinweg getan hast.

Der Kompass wird Dir in Deinem späteren „Taucherleben“ noch einige Dienste leisten. In weiterführenden Tauchkursen wirst Du mehr über die Kompassnavigation erfahren und üben.

## VI.2. Gesundheit

Wie bei jeder anderen Sportart, ist es auch beim Tauchen wichtig, eine gewisse Fitness zu haben und sie zu erhalten. Tauchen ist eine entspannende Aktivität, in der es aber auch zu anstrengenderen Situationen, wie z.B. bei Strömungstauchgängen, beim Suchen und Bergen, Tieftauchgängen usw., kommen kann. Deshalb ist es wichtig eine Grundfitness, vor allem im Schwimmen zu haben. Ein guter Gesundheitszustand ist wichtig, um tauchen zu können.

**Tauche niemals**

**↗ bei Krankheiten**

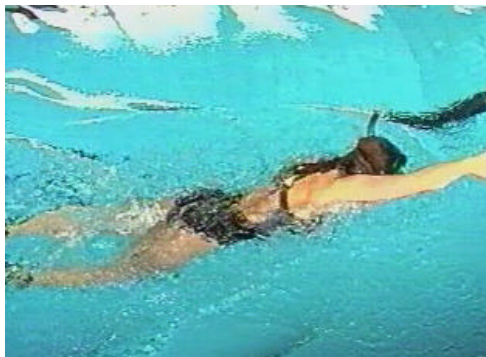
- ↗ nach Alkoholgenuss
- ↗ nach Medikamenteneinnahme und
- ↗ rauche nicht vor dem Tauchgang.

Durch den erhöhten Druck unter Wasser können sich sowohl Alkohol und Medikamente, auch in geringen Mengen, auf Deine Orientierung und Dein Urteilsvermögen negativ auswirken. **Alkohol kann das Risiko einer Dekompressionskrankheit erhöhen.** Die Medikamenteneinnahme ist unbedingt mit einem Taucharzt abzusprechen.

Das Rauchen vermindert die Leistungsfähigkeit Deines Herz-Kreislaufsystems und kann sich dadurch negativ auf die Tauchgänge auswirken.

**Wenn Du Dich unwohl oder nicht fit fühlst, so tauche nicht.** Tauche niemals bei Erkältungskrankheiten, da es zu Druckausgleichsproblemen kommen kann und somit das Risiko von Barotraumen oder Umkehrblockierungen erhöht ist.

Halte Dich mit einer anderen Sportart, im Idealfall mit Schwimmen, fit. Lasse Dich regelmäßig (alle 2 Jahre) von einem Arzt, der sich mit tauchspezifischen Faktoren auskennt, untersuchen.



*Halte Dich mit einer anderen Sportart für das Tauchen fit*

Neben der sportlichen Fitness ist die geistige ebenso wichtig. Hast Du einige Zeit nicht mehr getaucht, so wirst Du wahrscheinlich auch Dinge vergessen haben. Nimm an einem Auffrischkurs teil um die elementaren tauchspezifischen Kenntnisse und Fertigkeiten zu wiederholen.

Nimm an Weiterbildungskursen zum Tauchen teil, um Deine Kenntnisse und Fertigkeiten zu erweitern.



### VI.3. Barotraumen I

Das Wort Barotrauma ist zusammengesetzt aus dem griechischen *tó trauma* = die Wunde und *tó báros* = die Schwere, das Gewicht.

**Barotraumen (Druckverletzungen) sind Schädigungen oder Funktionsstörungen des Körpers, die durch physikalische Druckdifferenzen hervorgerufen werden.** Barotraumen können in allen gas- oder luftgefüllten Hohlräumen Deines Körpers auftreten.

Jeder luftgefüllte Hohlraum ist während des Auf- und Abtauchens empfindlich gegenüber Barotraumen.

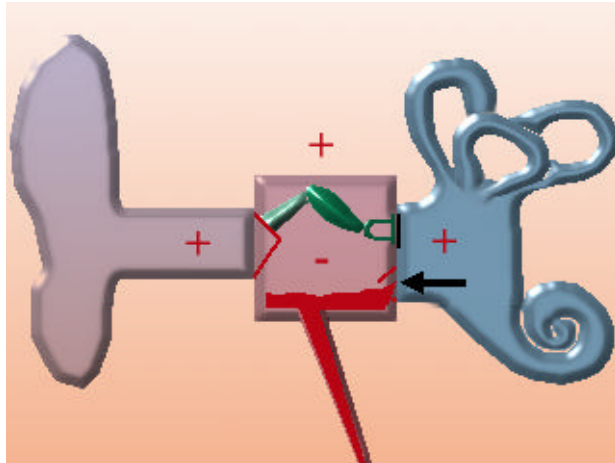
Barotraumen können beim Auf- und Abtauchen auftreten. Beim Abtauchen werden sie als **Squeeze** bezeichnet, beim Auftauchen als **Umkehrsqueeze** oder **Umkehrblockierung**.

#### VI.3.1. Barotrauma der Nasennebenhöhlen

Sowohl die Nasennebenhöhlen als auch die Verbindungsgänge sind mit einer Schleimhaut ausgekleidet. Im Normalfall funktioniert der Druckausgleich im Nasennebenhöhlenbereich automatisch. Bei Veränderungen, z.B. hervorgerufen durch eine Erkältung, wird der Druckausgleich nicht mehr automatisch durchgeführt. Es kommt zur Erhöhung des Umgebungsdruckes, also wenn wir abtauchen, zu einem relativen Unterdruck, der zu einer Schwellung der Schleimhaut führt. Kann durch eine starke Schwellung der Schleimhaut kein Druckausgleich mehr hergestellt werden, so kann es zur Einblutung in die Nasennebenhöhle kommen bis der Druckausgleich durchgeführt ist.

### VI.3.2. Barotrauma des Mittelohrs

Durch eine Erkältung mit Schleimhautschwellung im Bereich der Eustachischen Röhre kann es zu einem **Mittelohr-Barotrauma** kommen. Der Taucher verspürt Schmerzen. Es kommt, bedingt durch den Wasserdruck, zu Austritt von Flüssigkeiten und Blut aus den umgebenden Geweben in das Mittelohr.



*Barotrauma des Mittelohrs mit Einblutung*

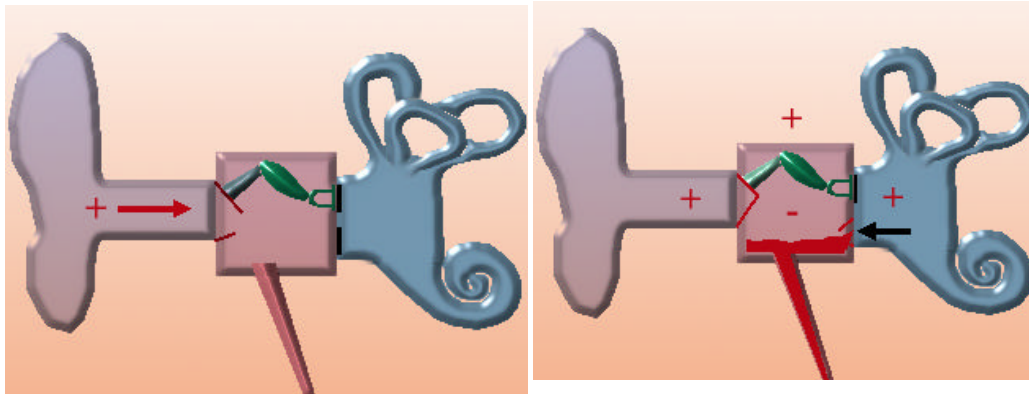
#### IV.3.2.1. Trommelfellriss

Bei starken Druckdifferenzen kann das Trommelfell einreißen. Taucht der Taucher immer tiefer, ohne einen Druckausgleich vorzunehmen, so kommt es zu einer Erweiterung der Blutgefäße im Trommelfell mit Einblutung. Der Schmerz lässt beim Einriss nach und es strömt kaltes Wasser in das Mittelohr. Dies kann zu einem **Vertigo (Schwindel)** führen.

### VI.3.3. Barotrauma des Innenohrs

Das Innenohr ist mit Flüssigkeit gefüllt und kann unter normalen Umständen kein Barotrauma erleiden. Es ist aber bei einem schweren Barotrauma des Mittelohrs möglich, dass das Innenohr in Mitleidenschaft gezogen wird.

Das Trommelfell dehnt sich stark aus. Dies bewirkt einen Druck auf das ovale Fenster, das sich nach innen wölbt und Druck auf die Perilymphe ausübt. Durch den steigenden Druck im Innenohr wird das runde Fenster in Richtung Mittelohr gewölbt, es kann zum Riss kommen. Der Taucher empfindet einen Hörverlust, sowie ein Schwindelgefühl bis zum Orientierungsverlust. Beim Riss des runden Fensters sollte umgehend der HNO-Arzt aufgesucht werden.



*Barotrauma des Innenohrs*

### VI.3.3.1. Ohrenstöpsel

Ohrenstöpsel dürfen von Tauchern nicht verwendet werden, da sie einen luftgefüllten Hohlraum im Gehörgang zwischen Stöpsel und Trommelfell herstellen, der nicht ausgeglichen werden kann.

### VI.3.4. Barotrauma des Gehörgangs

Ein Barotrauma des Gehörgangs tritt sehr selten auf und wird durch die Verwendung von Ohrenstöpsel oder zu eng anliegenden Kopfhauben bedingt. Falls der Unterdruck im Gehörgang zu groß wird, kann auch das Trommelfell reißen.

### VI.3.5. Barotrauma der Zähne

Gesunde Zähne haben keine Hohlräume und sind deshalb nicht von Barotraumen betroffen. Bei Zahnfüllungen kann sich, mit Zunahme des Umgebungsdrucks, in den Spalten Luft entsprechend dem erhöhten Druck einlagern und bei Entlastung (Auftauchen) die Zahnfüllung sprengen. Bei Zahnfüllungen sollte der Zahnarzt darauf hingewiesen werden, dass man Taucher ist und so die Füllungen randdichtend und hohlraumverschließend durchgeführt werden.



*Barotrauma der Zähne bei Zahnfüllungen*

*Hohlraum zwischen Füllung und Zahn*

### VI.3.6. Barotrauma der Augen

Ein Barotrauma kann im Maskenraum, der einen abgeschlossenen Hohlraum darstellt, vorkommen. Um das zu vermeiden muss beim Abtauchen regelmäßig Luft in den Maskenraum durch die Nase ausgeatmet werden.

Tritt dennoch ein Barotrauma im Maskenraum auf, so sind die Augen blutunterlaufen, d.h. es werden durch Anschwellen Kapillare verletzt. Das Maskenbarotrauma ist für gewöhnlich nicht gefährlich.



*Barotrauma der Augen*

### VI.3.7. Barotrauma der Haut

Barotraumen der Haut sind recht selten und treten insbesondere beim Tauchen mit Trockenanzügen auf. Der Anzug legt sich mit zunehmendem Druck immer fester an die Haut an. Die Haut wird in die Falten des Tauchanzuges gedrückt. Es können Hautschwellungen und Einblutungen entstehen.

### VI.3.8. Barotrauma des Verdauungstrakts

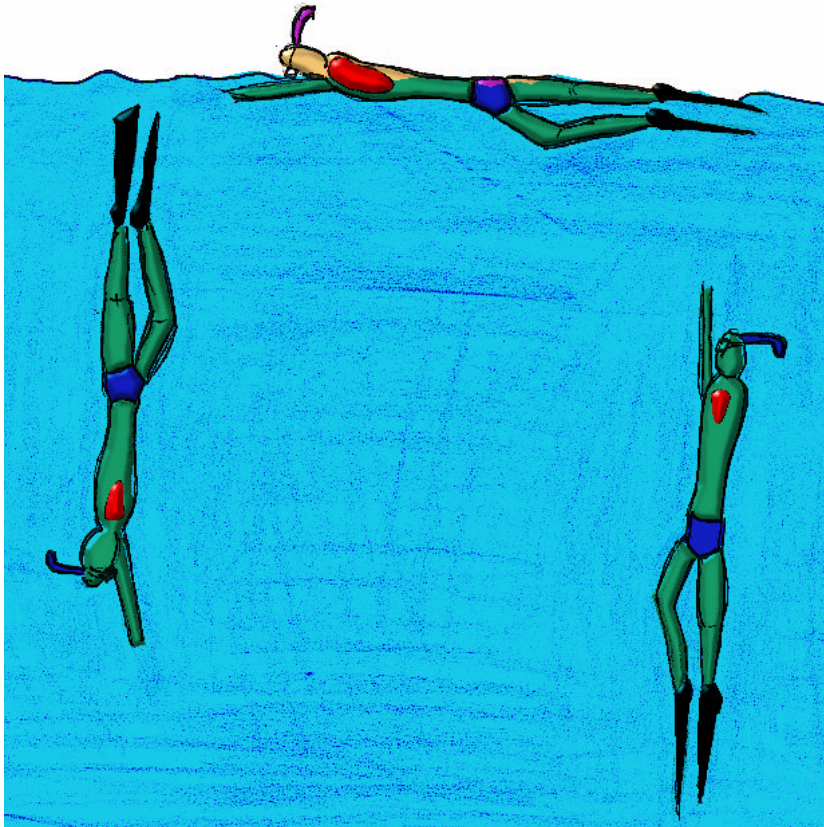
Lufteinschlüsse befinden sich auch im Magen. Da der Magen sehr elastisch ist, treten selten Schädigungen durch Barotraumen im Magen auf.

Auch im Darmbereich befindet sich Luft. Barotraumen im Darmbereich sind aber selten. Personen, die Probleme im Magen-Darmbereich haben, sollten auf blähende Speisen vor dem Tauchgang verzichten.

## VI.4. Barotraumen der Lunge

### VI.4.1. Lungenbarotrauma beim Schnorcheltauchen

Die Lunge besitzt die Fähigkeit ihr Volumen zu reduzieren. Beim Schnorcheltauchen wirkt von außen je nach Tiefe ein unterschiedlicher Druck auf den Brustkorb. Ist der Druck so groß, dass die Lunge über ihr **Residualvolumen** hinaus komprimiert wird, so kann es zu Verletzungen kommen. Die Lungenkapillaren schwellen an und Flüssigkeit wird in die Lunge gedrückt (**Lungenödem**).



*Ein Lungenbarotrauma kann beim Schnorcheltauchen auftreten*

### VI.4.2. Lungenüberdehnungsverletzungen beim Gerätetauchen

Die Lunge eines Gerätetauchers reagiert auf unterschiedliche Druckverhältnisse normalerweise ohne irgendwelche Komplikationen, vorausgesetzt, der Taucher atmet regelmäßig. Hält der Taucher den Atem an, kann die ausdehnende Luft beim Auftauchen zu Lungenüberdehnungsverletzungen führen. Deshalb gilt beim Tauchen immer:

***Halte nie den Atem an !***

Das Risiko einer Lungenüberdehnungsverletzung wird größer, je näher der Taucher der Oberfläche kommt, weil das Gasvolumen pro Meter gemäß dem **Boyleschen Gesetz** auf dem Weg zur Oberfläche zunimmt.

Untersuchungen haben gezeigt, dass ein Taucher mit gefüllten Lungen und angehaltenem Atem seine Lungen überdehnen kann, wenn er aus einer Tiefe von 1 Meter auftaucht.

Die Gefahr einer Lungenüberdehnungsverletzung wird auch durch Erkältungen, Atemwegsinfektionen und Rauchen erhöht.

Bei Lungenüberdehnungsverletzungen reißt die Lunge an verschiedenen Stellen ein. Es tritt entweichende Luft in die Gewebe oder den Blutkreislauf über. Man unterscheidet in:

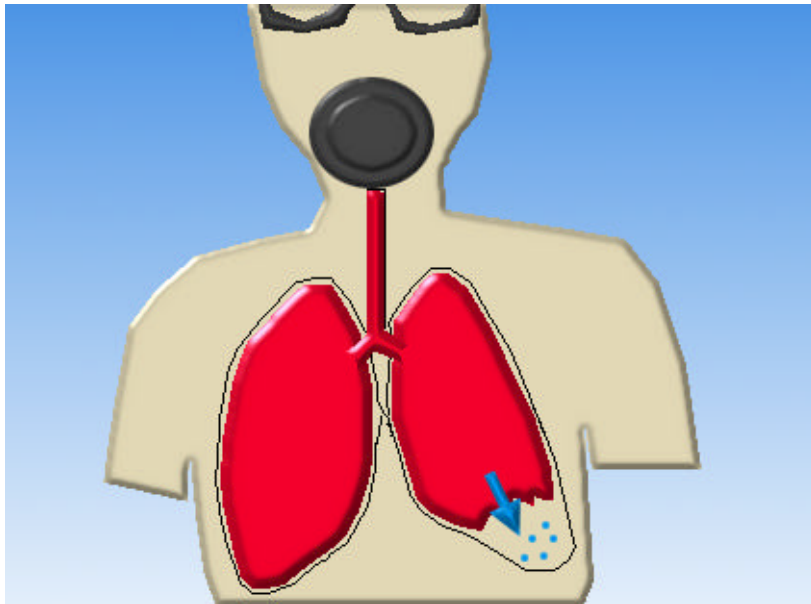
- ***Luftembolie***
- ***Pneumothorax***
- ***Mediastinalemphysem***
- ***Subkutanes Emphysem.***

### **VI.4.3. Luftembolie**

Die Luftembolie ist die schwerwiegendste Verletzung unter den Lungenüberdehnungsunfällen. Hierbei gelangt Luft durch gerissene Alveolen in die Lungenkapillaren und anschließend in den Blutkreislauf. Die Luftblasen, die sich über die Lungenvenen zum Herzen und dann in das gesamte arterielle System fortsetzen, können stecken bleiben und den Blutfluss behindern. Schwere Schädigungen einzelner Gewebe sind die Folge, die bis zum Schlaganfall oder Herzanfall reichen.

### **VI.4.4. Pneumothorax (Lungenkollaps)**

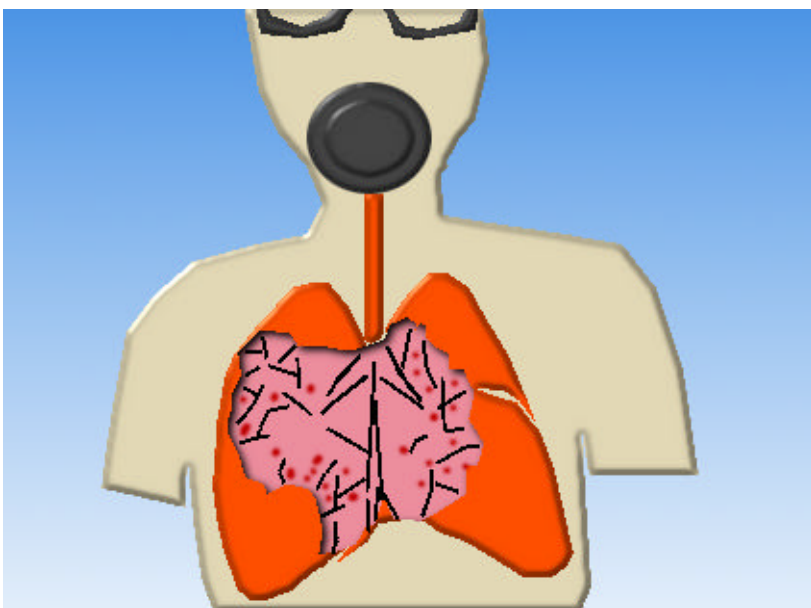
Beim Pneumothorax reißt die Lunge an der Oberfläche. Luft dringt zwischen Lunge und Rippenfell. Die Folge ist, dass die Lunge teils oder ganz in sich zusammenfällt. Der Patient hat starke Brustschmerzen und Atemnot.



*Pneumothorax (Lungenkollaps)*

### VI.4.5. Mediastinalemphysem

Beim Mediastinalemphysem sammelt sich Luft zwischen den Lungenflügeln an. Die angesammelte Luft kann auf das Herz und die Hauptblutgefäße drücken und so die Zirkulation beeinträchtigen. Anzeichen sind Luftnot und Bewusstlosigkeit.

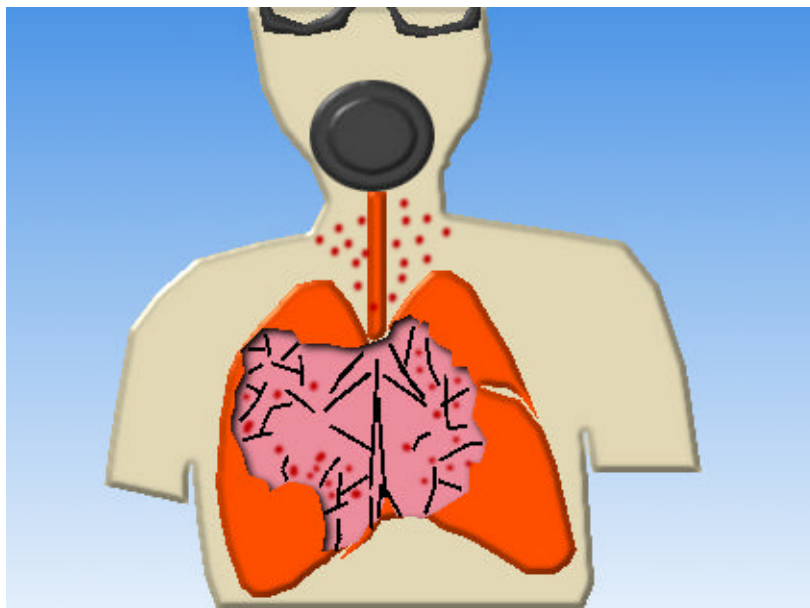


*Mediastinalemphysem*



### VI.4.6. Subkutanes Emphysem

Beim subkutanen Emphysem sucht sich die Luft den Weg des geringsten Widerstandes und sammelt sich in den weichen Geweben, wie Nacken- und Schulterbereich. Die Luft sammelt sich direkt unter der Haut. Der Patient spürt ein Spannungsgefühl im Nacken und eine Klangveränderung seiner Stimme. Meist knistert die Luft unter der Haut bei Berührung.



*Subkutanes Emphysem*

### VI.4.7. Lungenüberdehnungsverletzungen und Rauchen

Die Oberfläche der Bronchiolen und Alveolen ist mit einer Schutzschicht, dem sog. **Surfactant** ausgekleidet. Rauchen zerstört diesen Schutzfilm in der Lunge, der für das sich „Wieder-Öffnen“ der Bronchiolen verantwortlich ist, wenn sie nach einer verstärkten Ausatmung kurzfristig zusammengefallen sind.

### VI.4.8. Behandlung von Lungenüberdehnungsverletzungen

Die Behandlung von Lungenüberdehnungsverletzungen ist identisch mit der Ersten Hilfe für Dekompressionskrankheiten, also die **Gabe von Sauerstoff**, bis der Patient

in ein Krankenhaus eingeliefert wird oder bis ein Arzt am Unfallort eintrifft. Zusätzlich kann der Verunfallte auf der **linken Seite** gelagert werden, mit dem Kopf am tiefsten Punkt. In dieser Lage wird eine optimale Blutzufuhr zum Gehirn gewährleistet.

### VI.5. Dekompressionskrankheit (Caissonkrankheit)

Die Dekompressionskrankheit wurde erstmals 1845 bei Arbeitern beobachtet, die in einer Tiefe von 20 m arbeiteten und anschließend unter Lähmungserscheinungen litten. Man fand heraus, dass diese Erscheinungen mit dem Arbeiten unter erhöhtem Umgebungsdruck zusammenhängen.

An der Oberfläche ist der Körper gesättigt, d.h. er hat soviel Stickstoff, wie er unter diesem Druck in Lösung binden kann. Taucht man ab, so erhöht sich der Druck und es tritt immer mehr gelöster Stickstoff in die Gewebe über. Dies geschieht, indem der Stickstoff in das Blut übertritt und auf diesem Weg in die Körperzellen gelangt. Der Stickstoffpartialdruck in der Alveolarluft ist größer als der Gewebedruck im Blut. Allmählich ist der Druckgradient nicht mehr so hoch, d.h. dass sich der Stickstoff im Gewebe dem der Alveolarluft nähert.

Die Stickstoffaufnahme ist aber nicht in allen Geweben gleich. Das Blut beispielsweise absorbiert den Stickstoff sehr schnell. Auch die Muskulatur tut dies, nur etwas langsamer, sie werden als **schnelle Gewebe** bezeichnet. Andere Gewebe wie z.B. Fett, absorbieren den Stickstoff nur langsam, sie werden als **langsame Gewebe** bezeichnet.

Die Menge an Stickstoff die ein Taucher während eines Tauchgangs aufnimmt, steht im **direkten Verhältnis zur Tiefe und Dauer des Tauchgangs. Je länger und tiefer ein Tauchgang also ist, desto mehr Zeit hat sein Körper den Stickstoff aufzunehmen.**

Beginnt der Taucher jetzt mit dem Aufstieg, so sinkt der Umgebungsdruck. Sein Körper gibt nun den überschüssigen Stickstoff wieder ab. Der Stickstoffpartialdruck ist jetzt im Gewebe höher als in der Atemluft. Der Stickstoff muss nun aus den Geweben über die Blutgefäße zur Lunge transportiert und dort abgeatmet werden.

Erfolgt das Auftauchen zu schnell, so kann es zu ernsthaften Erkrankungen, der **Dekompressionskrankheit** kommen.

Bei der Dekompressionskrankheit entstehen mikroskopisch-kleine bis erbsengroße Gasblasen (Stickstoff) im Blut und in den Geweben. Diese Gasbläschen können die Arterien verstopfen und so die Blutzufuhr zu den Geweben unterbrechen. Man nennt dies auch **Gasembolie**. Infolge eines Sauerstoffmangels kommt es zur Schädigung des betroffenen Gewebes. Es kann zu lebensbedrohlichen Situationen kommen wenn ein Gasbläschen die Blutzufuhr zum Gehirn, Herz oder zur Lunge verstopft.

**Die Ursache einer Dekompressionskrankheit ist also der ausperlende Stickstoff, wenn**

- **die Nullzeit bei Tauchgängen überschritten wird und**
- **die erforderlichen Dekompressionsstops in entsprechenden Tiefen nicht eingehalten werden.**

Faktoren, die die Dekompressionskrankheit begünstigen, sind:

- Alter
- Verletzungen
- Kaltes Wasser
- Erhöhtes Fettgewebe
- Alkohol
- Arbeit unter Wasser

### VI.5.1. Unterschiedliche Typen von Dekompressionskrankheiten

Generell kann man sagen, dass eine Dekompressionskrankheit nach dem Tauchgang verzögert auftritt. Das kann bis zu 36 Stunden dauern. Doch ca. 50 % aller Dekompressionskrankheiten treten 1 Stunde nach dem Tauchgang auf. Man teilt die Dekompressionskrankheiten in **Typ I** und **Typ II** ein. Zum Typ I gehören Hautsymptome und Schmerzen, Typ II geht mit lebensbedrohlichen Symptomen einher.

### VI.5.2. Haut-Dekompressionskrankheit

Die Haut-Dekompressionskrankheit äußert sich durch einen roten fleckenartigen Hautausschlag meist im Schulter- oder Brustkorbbereich.

### VI.5.3. Gelenk- und Glieder- Dekompressionskrankheit

Gelenk- und Glieder-Dekompressionskrankheiten sind die häufigsten Fälle der Dekokrankheiten. Sie treten in  $\frac{3}{4}$  der Fälle auf und äußern sich in Gelenk- und Gliederschmerzen.

### VI.5.4. Neurologische Dekompressionskrankheit

Neurologische Dekompressionskrankheiten beeinflussen das Nervensystem und sind besonders ernst zu nehmen. Sie können Auswirkung auf den Tastsinn und die Bewegung haben und weiterhin Atmung und Herzschlag beeinträchtigen. Am häufigsten leidet bei einer Neurologischen Dekompressionskrankheit das Rückenmark. Hierdurch kann es zu Gefühlsstörungen und in schwereren Fällen zu Lähmungen kommen.

Stickstoffblasen können auch zum Gehirn wandern und einen Hirnschlag verursachen.

### VI.5.5. Lungen-Dekompressionskrankheit

Wenn Stickstoffblasen sich schneller ansammeln als sie durch die Lungenkapillaren wandern können, stauen oder blockieren sie den Blutfluss der Lunge. Die Folge ist, dass das Herz (linke Seite) weniger Blut erhält und somit der Puls und der Blutdruck sinken.

Bei der Lungen-Dekompressionskrankheit hat der Taucher Schmerzen bei der Atmung und extremen „Lufthunger“. Die Lungen-Dekompressionskrankheit wird auch als **chokes** (to choke, engl.= keine Luft bekommen) bezeichnet.

### VI.5.6. Behandlung von Dekompressionskrankheiten

Dekompressionskrankheiten erfordern eine **Rekompression** um bleibende Schäden zu verhindern. Durch eine Rekompression werden die Stickstoffblasen im Körper

verkleinert. Dadurch verschwinden im günstigsten Fall die Symptome die die Krankheit ausgelöst haben wieder.

Als Ersthelfer vor Ort wird die Verabreichung von Sauerstoff empfohlen. Durch das Atmen von  $O_2$  wird der Stickstoffpartialdruck in den Alveolen verringert und der Druckgradient zwischen dem Druck des Blutes und dem der Luft in den Alveolen erhöht. Das beschleunigt die Diffusion des Stickstoffs aus dem Blut.

Eine weitere Empfehlung für Ersthelfer ist die Lagerung auf der linken Seite. Dies hilft die Atemwege frei zu halten

Ist der Patient im Krankenhaus angekommen, erfolgt die Rekompensation in *einer **Druck- oder Rekompensationskammer***. Hier wird der Taucher wieder auf die Tauchtiefe in der er getaucht ist gebracht indem der Druck in der Kammer erhöht wird. Nun wird der Druck erniedrigt, so dass die Stickstoffbläschen langsam vom Gewebe abgegeben werden können. Unterstützt wird die Behandlung in einer solchen Kammer meist durch die Gabe von Sauerstoff. Eine Rekompensationsbehandlung in einer Druckkammer kann je nach Schwere des Unfalls von einigen Stunden bis zu Tagen dauern.



*Eine Druck- oder Rekompensationskammer*

### VI.6. Schwimmbadlektion 6

In dieser Schwimmbadlektion üben wir das An- und Ablegen des Bleigurts, wir werden das Retten eines bewusstlosen Tauchers simulieren und eine weitere Simulationsübung „Die Luft geht zu Ende“ durchführen.

#### VI.6.1. An- und Ablegen des Bleigurts

Das An- und Ablegen des Bleigurts musst Du vor allem bei Bootstauchgängen beherrschen. Oft wird es vorkommen, dass Du, bevor Du zurück ins Boot steigst, Deinen Bleigurt ablegen und an die Bootsmannschaft im Boot übergeben musst. Bei kleineren Booten wird Dir auch manchmal der Bleigurt ins Wasser gereicht, so dass Du ihn an der Oberfläche anziehen musst.

Unter Wasser musst Du vielleicht einmal Deinen Bleigurt nachstellen oder Du hast ihn beim Anziehen an der Oberfläche versehentlich verdreht, so dass Du ihn ablegen und wieder anziehen musst.

##### VI.6.1.1. An der Oberfläche

Zunächst erzeuge genügend Auftrieb. Öffne nun die Schnalle mit einer Hand und greife das freie Ende. Halte jetzt den Bleigurt etwas vom Körper weg. Im Schwimmbad werden wir den Gurt nicht abwerfen. In einer Notsituation in der Du wirklich den Bleigurt abwerfen musst, denke daran ihn vom Körper wegzuhalten bevor Du ihn fallen lässt, damit der sich nicht an anderen Ausrüstungsgegenständen verfängt.

Wenn Du den Bleigurt nicht ablegst, sondern nur neu einstellen willst, halte ihn dicht am Körper damit Du nicht seitlich wegkippst.

Beim Wiederanlegen hältst Du diesen am freien Ende in der rechten Hand um ein Herunterrutschen der Gewichte zu verhindern. Nun drückst Du Dir das freie Ende gegen die Hüfte und drehst Dich um Deine Körperachse nach links. Der Bleigurt wird sich nun etwas unterhalb Deiner Hüften befinden. Ergreife mit der anderen Hand die Schnalle. Kontrolliere den Bleigurt, so dass er nicht verdreht ist und rücke verrutschte Gewichte zurecht. Du befindest Dich jetzt in Bauchlage und kannst den Bleigurt

schließen. Bei dieser Übung behälst Du den Lungenautomaten im Mund. Später kannst Du diese Übung auch mit dem Schnorchel im Mund versuchen.

### VI.6.1.2. Unter Wasser

Unter Wasser ist es erst einmal wichtig, die Luft aus Deinem Jacket zu lassen. Stelle ein Bein im rechten Winkel auf, so dass Du den Bleigurt auf Deinem Oberschenkel ablegen kannst. Öffne nun die Schnalle und halte den Gurt am freien Ende mit der rechten Hand (ohne Schnalle), um ein Herunterrutschen der Gewichte zu verhindern. Ziehe den Bleigurt etwas nach oben, so dass er nicht den Boden berührt. Lege ihn nun auf Deinem Oberschenkel ab. Beim Wiederanlegen des Bleigurts hältst Du beide Enden in der rechten Hand, führst sie an Deine rechte Hüfte und greifst mit der linken Hand nach dem Schnallenende. Hast Du es gefasst, so führe den Gurt um Deine Hüften herum und schließe ihn. Kontrolliere ihn auf mögliche Verdrehungen und rücke verrutschte Gewichte zurecht. Beuge Dich beim Schließen des Bleigurts leicht nach vorne. So fällt es Dir leichter diesen zu schließen.

Diese Übung solltest Du nach einigen Versuchen durch Fühlen und nicht durch Sehen durchführen.



*Bleigurt ab- und anlegen unter Wasser*

### VI.6.2. Retten eines bewusstlosen Tauchers mit Gerät

Zuerst tauchst Du den Taucher langsam an. Kontrolliere, ob er bei Bewusstsein ist. Ist er bewusstlos, so musst Du ihn zur Oberfläche bringen. Wenn er atmet, so halte den Lungenautomaten im Mund, indem Du mit der rechten Hand leichten Druck auf ihn ausübst. Stelle Auftrieb beim Opfer her, indem Du Luft ins Jacket lässt. Schwimme jetzt unter Einhaltung der vorgeschriebenen Aufstiegs geschwindigkeit an die Oberfläche. An der Oberfläche musst Du ihn an Land bringen. Atmet er nicht mehr, so solltest Du schon im Wasser (Wasseroberfläche) mit der Beatmung beginnen. Führe am Anfang zwei Beatmungsstöße durch und anschließend je 5 Sekunden eine Beatmung.



*Retten eines bewusstlosen Tauchers*

### VI.6.3. Retten eines bewusstlosen Tauchers ohne Gerät

Im Prinzip erfolgt das Retten eines bewusstlosen Tauchers, auch wenn Du ohne Tauchgerät sondern nur mit ABC-Ausrüstung unterwegs bist, nach dem selben Muster.

Bei einer Rettungsaktion mit ABC-Ausrüstung musst Du allerdings bedenken, dass Du keine ständig Luftversorgung aus dem Tauchgerät hast. Liegt der Taucher in einer großen Tiefe, so solltest Du andere Taucher um Hilfe rufen, oder Dir wenn möglich ein Tauchgerät anschnallen.



Die Versorgung an der Oberfläche und an Land ist die gleiche.



*Retten eines bewusstlosen Tauchers ohne Gerät*

### VI.6.4. Simulationsübung: Die Luft geht zu Ende

Im Normalfall, wenn Du regelmäßig auf Deinen Finimeter schaust, wird es nicht vorkommen, dass Deine Luft zu Ende geht. Für den Fall, dass es dennoch einmal passiert, führen wir die Übung "Die Luft geht zu Ende" durch.

Geht die Luft zu Ende, so nimmt der Atemwiderstand deutlich zu. Dies kann Dir als Warnsignal helfen. Du musst auftauchen oder Deinen Tauchpartner darauf aufmerksam machen.

Um zu simulieren, dass die Luft zu Ende geht, wird Dir Dein Flaschenventil langsam zuge dreht. Dein Tauchlehrer wird Dir gegenüber sein und Du kannst jederzeit während dieser Übung sofort nach dem Oktopus greifen und daraus atmen.

Du wirst nun langsam merken, wie der Atemwiderstand steigt, bis Du große Schwierigkeiten hast zu atmen. Jetzt signalisierst Du „Ich habe keine Luft mehr“. Dein Tauchlehrer wird dann sofort wieder das Flaschenventil aufdrehen, so dass Du wieder normal atmen kannst.

Wenn Du regelmäßig während des Tauchgangs auf Deinen Finimeter schaust, werden solche „Die Luft geht zu Ende – Situationen“ nicht vorkommen. **Plane bei**

**Deinen Tauchgängen mit 50 bar den Aufstieg zu beginnen und niemals unter 20 bar Druck in der Flasche den Tauchgang zu beenden.** Ist der Restdruck in der Flasche weniger als 20 bar, so kann es zu Schäden in der Pressluftflasche kommen indem Wasser in die leere Flasche eindringt.

## VI.7. Tabelle II

### VI.7.1. Recreational Dive Planner - Besonderheiten

In der Unterrichtseinheit 5 hast Du gelernt, mit der Tabellen- Version des Recreational Dive Planner, dem „Tauchgang-Planer für Sporttaucher“, Deine Zeitbegrenzungen für Einzeltauchgänge, für Wiederholungstauchgänge und für mehrfache Wiederholungstauchgänge zu bestimmen. In dieser Unterrichtseinheit lernst Du noch einige Besonderheiten kennen: Sicherheits-Stops, Dekompressions-Stops für den Notfall, Höhenbegrenzungen, Verfahren für das Fliegen nach dem Tauchen und Verfahren für kalte und anstrengende Bedingungen.

#### VI.7.1.1. Sicherheits-Stops

Obgleich der Recreational Dive Planner für das Nullzeit-Tauchen entwickelt wurde (das Dir jederzeit einen direkten, ununterbrochenen Aufstieg an die Oberfläche erlaubt), gibt es Situationen, in denen Du einen Sicherheits-Stop machen willst, um noch "konservativer" in Deinem Tauchverhalten zu sein und zur zusätzlichen Sicherheit. Ein Sicherheits-Stop ist eine Unterbrechung des Aufstiegs bei **5 Metern für 3 Minuten**. Diese Verzögerung beim Auftauchen hilft Deinem Körper beim langsamen Abbau des überschüssigen Stickstoffs. Dieser Stop gibt Dir auch einen Moment zum Pausieren und zur Feinkorrektur Deiner Tarierung, bevor Du die letzten 5 m bis zur Oberfläche auftauchst.

Du kannst einen Sicherheits-Stop am Ende eines jeden Tauchgangs machen. Das wird ausdrücklich empfohlen.

Mache jedoch einen Sicherheits-Stop auf jeden Fall immer dann, wenn:

1. Dein Tauchgang **30 Meter oder tiefer** war.

2. Deine Wiederholungsgruppe (WG) am Ende des Tauchgangs **eine der drei letzten Wiederholungsgruppen vor Erreichen einer Nullzeitgrenze** war.
3. Du beim Tauchen irgendeinen **Grenzwert** des Recreational Dive Planner erreichst.

Da Grundzeit definiert ist als die Zeit vom Beginn Deines Abtauchens bis zum Beginn Deines endgültigen Aufstiegs zur Oberfläche (oder zum Sicherheits-Stop), muss die Zeit des Sicherheits-Stops nicht zur Grundzeit addiert werden wenn Du den Recreational Dive Planner verwendest.

Beachte, dass der Sicherheits-Stop, obwohl er bei all Deinen Tauchgängen regelmäßig erfolgen sollte, ein optionaler Stop ist. Das heißt, er muss nicht unbedingt erfolgen, wenn die Umstände wie wenig Luft, Hilfe für einen anderen Taucher oder die Wetterbedingungen einen Stop nicht erlauben.

### VI.7.1.2. Notfall-Dekompression

Wie Du gelernt hast, ist das Sporttauchen ein Nullzeit-Tauchen, und beide Versionen des Recreational Dive Planner wurden speziell für diese Art des Tauchens entwickelt. Wenn Du aus Versehen die Zeitbegrenzungen des Recreational Dive Planner überschreitest, dann musst Du das Verfahren für einen Notfall-Dekompressions-Stop kennen damit Du einen Aufstieg zur Oberfläche durchführen kannst.

Falls Du eine Nullzeitgrenze oder eine Restnullzeit um nicht mehr als 5 Minuten überschreitest, dann tauche langsam mit einer Auftauchgeschwindigkeit von nicht mehr als 18 Meter pro Minute bis auf 5 m auf und bleibe dort 8 Minuten bevor Du zur Oberfläche aufsteigst. Nach dem Erreichen der Oberfläche tauche nicht für mindestens 6 Stunden, da Du einen extrem hohen Bestand an Reststickstoff in Deinem Körper haben wirst.

Falls Du eine Nullzeitgrenze oder eine Restnullzeit um mehr als 5 Minuten überschreitest, dann ist ein Stop in 5 Meter für nicht weniger als 15 Minuten äußerst dringend angezeigt, ausreichend Luft vorausgesetzt. Nach dem Erreichen der Oberfläche musst Du mindestens 24 Stunden aus dem Wasser bleiben bevor Du wieder tauchst, aufgrund des Stickstoff-Überschusses in Deinem Körper.

Notfall-Deko-Stops unterscheiden sich von Sicherheits-Stops darin, dass ein Notfall-Deko-Stop:

- 1) gemacht werden muss, da sonst ein sehr hohes Risiko für die Deko-Krankheit besteht, und
- 2) der Deko-Stop ausschließlich eine Notfall-Maßnahme ist.

Denke daran, dass beide Versionen des Recreational Dive Planner ausschließlich für das Sport-Tauchen entwickelt wurden. Sie sollten daher niemals von Berufs- oder Militär Tauchern verwendet werden, in Situationen in denen eine Dekompression wahrscheinlich ist oder wenn statt Luft ein anderes Atemgas verwendet wird.

### VI.7.2. Höhenbegrenzungen, Fliegen nach dem Tauchen, Kalte und anstrengende Bedingungen

#### VI.7.2.1. Tauchen in der Höhe

Der Recreational Dive Planner wurde für das Tauchen auf Meereshöhe entwickelt und darf **nicht in Höhen über 300 Meter** verwendet werden. Über 300 m sind spezielle Tabellen und Verfahren erforderlich um den geringeren atmosphärischen Druck zu berücksichtigen. Falls Du am Tauchen in größeren Höhen interessiert bist, dann schaue Dich nach einer speziellen Ausbildung im betreffenden Gebiet um.

#### VI.7.2.2. Empfehlungen für das Fliegen nach dem Tauchen

Befolge, wenn Du nach dem Tauchen in einem Passagierflugzeug fliegst (Kabinendruckhöhe maximal 2400 Meter), diese Empfehlungen:

1. **Warte mindestens 12 Stunden vor dem Fliegen.** Diese Zeit ist erforderlich, um hinreichend sicher sein zu können, dass Du frei von Symptomen der Dekompressions-Krankheit bleiben wirst wenn Du in einem Passagierflugzeug fliegst.
2. Planst Du über mehrere Tage täglich mehrfach zu tauchen oder erfolgte ein Tauchgang, der einen Dekompressions-Stop erforderte, ergreife eine besondere Vorsichtsmaßnahme - **warte vor dem Fliegen länger als 12 Stunden.**

Je länger die Wartezeit vor dem Flug, desto weniger wahrscheinlich ist es, dass die Dekompressions-Krankheit auftritt. Dies sind jedoch lediglich Richtlinien, und es wird niemals eine Richtlinie geben die garantieren könnte, dass sich die Dekompressions-Krankheit vermeiden lässt.

Dies sind die momentan besten Empfehlungen für eine sichere Wartezeit vor dem Fliegen für die Mehrheit der Taucher. Jedoch wird es immer wieder vorkommen, dass ein/e Taucher/in an der Dekompressions-Krankheit erkrankt, wenn bestimmte physiologische Gegebenheiten oder spezielle Tauchbedingungen vorliegen. Die Verantwortung für Deine persönliche Sicherheit und für ein angemessenes Verhalten beim Tauchen liegt bei Dir selbst.

Da es zur Zeit keine Empfehlungen für das Fliegen in größeren Höhen nach dem Tauchen gibt, ist konservatives Verhalten in diesem Falle dringend empfohlen.

### VI.7.2.3. Kalte und anstrengende Bedingungen

Kalte oder anstrengende Bedingungen können bewirken, dass Dein Körper am Ende des Tauchgangs mehr überschüssigen Stickstoff enthält, als normalerweise zu erwarten ist. Wenn Du einen Tauchgang in kaltem Wasser planst oder für Bedingungen, die anstrengender sein können als gewöhnlich, dann ***plane Deinen Tauchgang so, als wäre er 4 Meter tiefer als er tatsächlich ist.***

### VI.7.3. Finden einer Mindest-Oberflächenpause mit dem Recreational Dive Planner

Bisher hast Du mit der Tabellen-Version des Recreational Dive Planner gelernt, Deinen ersten Tauchgang, Deine Oberflächenpause und Deinen zweiten Tauchgang zu planen. Obwohl Du wahrscheinlich viele Tauchgänge auf diese Weise planen wirst, wird es auch Situationen geben in denen Du zunächst für beide Tauchgänge die Zeiten und die Tiefen planen willst und dann die geringste Zeitspanne (die Mindest-Oberflächenpause), die Du nach Deinem ersten Tauchgang warten musst; um den zweiten Tauchgang machen zu können. Dies ist etwa bei Halbtages-Ausflügen mit dem Boot eine übliche Planungstechnik. Durch ein Beispiel wirst Du eine klare Vorstellung davon erhalten, wie eine Mindest-Oberflächenpause bestimmt wird.

Nimm an, Du planst zwei Tauchgänge - den ersten auf 18 m für 45 Min., den zweiten auf 14 m für 1 Stunde. Wie lange muss Deine Oberflächenpause sein, um den zweiten Tauchgang machen zu können?

## Unterrichtseinheit 6

Da Du nach einer Mindest-Oberflächenpause suchst, arbeitest Du hierzu in den Tabellen von beiden Enden her, d.h. von Tabelle 1 und von Tabelle 3 her, um die Antwort schließlich in der mittleren Tabelle, der Tabelle 2, zu finden.

Beginne mit dem Bestimmen Deiner Wiederholungsgruppe (WG) am Ende des ersten Tauchgangs. In Tabelle 1 findest Du in der Tiefen-Spalte 18 m, dass Du am Ende des 45 Min. Tauchgangs in der Wiederholungsgruppe R sein wirst. Übertrage Wiederholungsgruppe R in Dein Tauchprofil.

14	16	18	20	22	25	30	35	40											
8	7	6	5	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
15	13	11	10	9	8	6	5	5											
19	17	15	13	12	10	8	7	6											
22	19	16	15	13	11	9	8	7											
24	21	18	16	15	13	10	9	7											
27	23	20	18	16	14	11	9	8											
29	25	22	20	18	15	12	10	9											
32	27	24	21	19	17	13	11												
35	29	26	23	21	18	14	12												
37	32	28	25	22	19	15	13												
40	34	30	26	24	21	16	14												
43	37	32	28	25	22	17													
47	39	34	30	27	23	19													
50	42	36	32	29	25	20													
53	45	38	34	30	26														
57	48	41	36	32	28														
61	50	43	38	34	29														
64	53	45	40	35															
68	55	48	42	37															
73	60	51	44																

Als nächstes finde die größte WG welche Dir erlaubt Deinen zweiten Tauchgang zu machen (14 m/1 Std.). Um diese WG zu finden, schaue in Tabelle 3 und finde 14 m am linken Rand. Folge der 14 m Zeile nach rechts, bis Du die erste Restnullzeit (RNZ) findest, welche Dir Deinen zweiten Tauchgang von mindestens 60 Min. in dieser Tiefe erlaubt (Zahl in blauem Feld). Du wirst in der 14 m- Zeile die Zahl 61 in einem blauen Feld finden - die erste Restnullzeit (RNZ), die 60 Min. oder länger ist. Nun gehe die 61 Min.-Spalte senkrecht hoch, und Du solltest die Wiederholungsgruppe J am oberen Ende der Spalte finden. Du weißt nun, dass Du, um Deinen zweiten Tauchgang von 60 Min. auf 14 m machen zu können, nach Deiner Oberflächenpause mindestens in Wiederholungsgruppe J sein musst. Trage diese WG in Dein Tauchprofil ein.

## Unterrichtseinheit 6

WIEDERHOLUNGSGRUPPE AM ENDE DER OBERFLÄCHEN

E (meter)	Z	Y	X	W	V	U	T	S	R	Q	P	O	N	M	L	K	J	I	H
10*	219	199	178	160	145	133	122	112	104	96	88	82	75	70	64	59	54	50	45
12	147	134	125	116	108	101	94	88	82	76	71	66	62	57	53	49	45	42	38
14	98	92	87	82	77	73	68	64	61	57	53	50	47	43	40	37	36	32	28
16			72	70	67	63	60	56	53	50	48	45	42	39	37	34	32	29	27

Verwende nun Tabelle 2, um die Zeit einer Oberflächenpause herauszufinden, die Dich aus Wiederholungsgruppe R (am Ende deines ersten Tauchgangs) in Wiederholungsgruppe J (zu Beginn Deines zweiten Tauchgangs) bringt. Finde Wiederholungsgruppe R auf der Diagonalen von Tabelle 2 und Wiederholungsgruppe J am unteren Rand. Gehe von Wiederholungsgruppe R nach rechts und von Wiederholungsgruppe J nach oben bis zu dem Kästchen, in dem beide sich schneiden. Dort findest Du **0:35-0:40**. Da Du nach einer Mindest-Oberflächenpause suchst, ist Deine Lösung **0:35**. Du musst also mindestens 35 Minuten zwischen den beiden für dieses Beispiel geplanten Tauchgängen warten.

RECREATIONAL DIVE PLANNER												DIVING SCIENCE & TECHNOLOGY											
16	18	20	22	25	30	35	40	42															
7	6	6	5	4	3	3	↓	↓															
13	11	10	9	8	6	5	5	4															
17	15	13	12	10	8	7	6	↓															
19	16	15	13	11	9	8	↓	6															
21	18	16	15	13	10	↓	7	7															
23	20	18	16	14	11	9	8	8															
25	22	20	18	15	12	10	9																
27	24	21	19	17	13	11																	
29	26	23	21	18	14	12																	
32	28	25	22	19	15	13																	
34	30	26	24	21	16	14																	
37	32	28	25	22	17																		
39	34	30	27	23	19																		
42	36	32	29	25	20																		
45	39	34	30	26																			
48	41	36	32	28																			
50	43	38	34	29																			
53	46	40	36	31																			
56	48	42	37																				
60	51	44																					
63	53	45																					
67	55																						
70	56	W																					
72	X																						
Y																							
Z	Y	X	W	V	U	T	S	R	Q	P	O	N	M	L	K	J	I	H					

### VI.7.4. Wiederholung der Tauchtabellen-Definitionen

Die folgenden Begriffe sind in den vorangegangenen Abschnitten über die Anwendung des Recreational Dive Planner, dem "Tauchgang-Planer für Sporttaucher", definiert worden. Sie werden hier noch einmal zur Erleichterung und zum raschen Nachschlagen alphabetisch geordnet aufgeführt.

#### Aufstiegsgeschwindigkeit

Die richtige Aufstiegsgeschwindigkeit ist nicht schneller als 18 m pro Minute (30 cm pro Sekunde). Eine langsamere Aufstiegsgeschwindigkeit ist O.K und wird empfohlen.



### **Dekompressions-Tauchen**

Tauchen auf eine Weise bei der eine komplexe und schwierige Abfolge von Stops vor dem Erreichen der Oberfläche erforderlich ist, um die Dekompressions-Krankheit zu vermeiden. Beim Sporttauchen (Nullzeit-Tauchen) ist ein Deko-Stop ausschließlich ein Notfallverfahren und niemals ein beabsichtigter Teil Deiner Tauchgangplanung.

### **Effektive Grundzeit (EGZ)**

Bei Wiederholungstauchgängen die effektiv, d.h. tatsächlich unter Wasser verbrachte Zeit (in Minuten), gerechnet vom Beginn des Abtauchens bis zum Verlassen der Tiefe für einen direkten, ununterbrochenen Aufstieg zur Oberfläche oder zum Sicherheitsstop.

### **Grundzeit (GZ)**

Die Zeit vom Beginn des Abtauchens bis zum Beginn eines direkten, ununterbrochenen Aufstiegs zur Oberfläche oder zum Sicherheitsstop.

### **Multilevel Tauchen**

Planung von Tauchprofilen, die den Taucher dafür "belohnen", dass er beim Erreichen geringerer Tiefenbereiche während seines Tauchgangs weniger Stickstoff absorbiert. Dies ermöglicht längere Tauchzeiten. Nur die "Wheel"-Version des Recreational Dive Planner kann für Multilevel-Tauchen verwendet werden.

### **Nullzeitgrenze (NZG)**

Die maximale Zeit, die in der Tiefe verbracht werden kann, bevor Deko-Stops erforderlich werden.

### **Oberflächenpause (OFP)**

Die Zeit die zwischen zwei Tauchgängen an der Oberfläche verbracht wird. Sie wird üblicherweise in Stunden : Minuten angegeben (z.B. 3:25 - 3 Stunden, 25 Minuten).

### **Restnullzeit (RNZ)**

Die maximale (Null-)Zeit für einen Wiederholungstauchgang; sie ergibt sich als Differenz zwischen Nullzeit (Tabelle 1) und Zeitzuschlag (Tabelle 3).

### **Reststickstoff**

Die mehr als normale Menge an Stickstoff, die nach einem Tauchgang in Deinem Körper zurückgeblieben ist.

### **Sicherheits-Stop**

Ein Stop der am Ende eines Tauchgangs zur zusätzlichen Sicherheit in 5 m Tiefe für 3 Minuten eingelegt wird. Der Sicherheits-Stop wird nach allen Tauchgängen empfohlen (sofern Deine Luft und andere Bedingungen dies erlauben). Er ist erforderlich bei Tauchgängen in 30 m oder tiefer und bei solchen, bei denen man in eine der 3 letzten Wiederholungsgruppen vor Erreichen einer Nullzeitgrenze gelangt oder wenn man einen Tabellengrenzwert direkt berührt.

### **Tauchprofil**

Eine Zeichnung Deiner Tauchgangsplanung; wird benutzt, um Konfusion und das Auslassen von Schritten bei der Verwendung der Tauchtabellen zu vermeiden.

### **Totale Grundzeit (TGZ)**

Die Summe von Zeitzuschlag und effektiver Grundzeit nach einem Wiederholungstauchgang, verwendet in Tabelle 1 zur Bestimmung der Wiederholungsgruppe.

### **Wiederholungsgruppe (WG)**

Ein Buchstabe, der auf dem Recreational Dive Planner verwendet wird, um die Menge an Reststickstoff in Deinem Körper darzustellen.

### **Wiederholungstauchgang**

Bei der Verwendung des Recreational Dive Planner ein Tauchgang innerhalb von 6 Stunden nach einem vorangegangenen Tauchgang.

### **Zeitzuschlag (ZZ), genauer: (Reststickstoff-)Zeitzuschlag**

Eine Menge an Stickstoff, ausgedrückt in Minuten (zu finden in Tabelle 3 durch Verwendung einer Wiederholungsgruppe), die zur effektiven, d.h. tatsächlichen Zeit eines Tauchgangs addiert wird, um den Reststickstoff eines vorangegangenen Tauchgangs zu berücksichtigen.

## **VI.8. Die Freiwassertauchgänge**

Hier soll Dir ein kurzer Überblick über die Freiwassertauchgänge gegeben werden, die Du nun durchführen wirst.

Es ist nun Zeit für Deine ersten Trainingstauchgänge im Freiwasser. Du wirst einen Vorgeschmack davon erhalten, was das Tauchen ausmacht. Du wirst Deine Fertigkeiten im Freiwasser erweitern und Spaß an der Unterwasserwelt haben.

Im Freiwasser werden wir nichts anderes machen wie im Schwimmbad auch. Du hast im Schwimmbad alle Übungen durchgeführt und Du beherrscht sie nun sicher. Jetzt werden wir im Freiwasser diese noch einmal wiederholen. Der Tauchlehrer macht die Übungen nicht mehr vor. Er gibt Dir nur das Zeichen für eine Übung und Du praktizierst diese genau so, wie im Schwimmbad. Wenn die Übungen abgeschlossen sind wirst Du mit Deinem Tauchlehrer und der Gruppe die restliche Zeit die Unterwasserwelt betrachten und einfach nur Spaß an diesem Tauchgang haben.

Vor jedem Tauchgang wird Dir Dein Tauchlehrer ein Briefing geben. Dieses Briefing enthält vor allem **Übungsab- und reihenfolge** sowie **Handsignale**. Weiterhin gibt er Dir Informationen über:

- **Ziele und Zweck** des Tauchgangs
- Einteilung in **Buddyteams**
- **Sicherheitsmaßnahmen – und regeln**
- **Tauchzeit**
- **Tauchtiefe**
- **Ein- und Ausstiegsstelle** sowie Formen des Ein- und Ausstiegs
- **Tauchbedingungen**
- **Unterwasserlandschaft**

- Sichtverhältnisse
- Strömungen
- Wasserverhältnisse
- Kälte

Nach dem Tauchgang wird Dir Dein Tauchlehrer ein **Debriefing** geben. Im Debriefing wird noch einmal auf die Übungen die gemacht wurden eingegangen. Mögliche Fehler werden besprochen und es werden Vorschläge zur Verbesserung unterbreitet. Du kannst Fragen stellen bezüglich der Übungen oder der Unterwasserwelt. Dein Tauchlehrer wird sie Dir beantworten.

Wahrscheinlich wirst Du vor Deinem ersten Tauchgang etwas aufgeregt sein aber danach wirst Du begeistert sein und fragen wann der nächste Ausflug in die Unterwasserwelt ansteht.



*Unterschiedliche  
Unterwasserlandschaften bei  
Tauchgängen*

### VI.9. Weiterbildung

Nun hast Du den ersten Schritt in das „Taucherleben“ getan. Vielleicht wirst Du die Gelegenheit nutzen um im Urlaub zu tauchen, vielleicht aber auch mehr in einheimischen Gewässern. Jede Tauchumgebung hat ihre Faszination. Unabhängig davon wirst Du mit der Zeit Deine Vorlieben im Tauchsport entdecken. Vielleicht unternimmst Du gerne Nachttauchgänge oder bevorzugst das Bootstauchen.

Für die meisten Tauchaktivitäten gibt es Weiterbildungskurse die Du besuchen kannst.

Um nur einige Beispiele zu nennen steht hier ein Liste mit Spezial- oder Weiterbildungskursen, die vielleicht für Dich interessant sind oder es noch werden können.

- Nachttauchen      ➤ Tieftauchen
- U/W Naturalist    ➤ U/W Navigation
- Nitrox – Tauchen   ➤ Drift – Tauchen
- Wrack – Tauchen   ➤ U/W Fotograf

Wichtig ist, dass Du unter professioneller Anleitung und Betreuung eines Tauchlehrers stehst. Dann wirst Du auch am meisten Spaß haben und sehr schnell die speziellen Tauchfertigkeiten und Kenntnisse erlangen.

In den Weiterbildungskursen wird sich die Zeit im Schwimmbad verringern und Du wirst praktisch unter realen Tauchbedingungen lernen.

Denke daran, dass wenn Du in einem Dir unbekanntem Gebiet (z.B. im Urlaub) tauchen willst, lasse Dich erst einmal von einem Taucher der das Gebiet kennt, führen. Hole weiterführende Informationen ein bevor Du allein in der neuen Tauchumgebung tauchst. Auch solche Orientierungstauchgänge können als Weiterbildung angesehen werden.

Solltest Du Dich für eine Weiterbildung entscheiden, so kontaktiere Deinen Tauchlehrer. Dieser wird Dich über Möglichkeiten der Weiterbildung aufklären.

Weiterbildung ist die beste Möglichkeit immer up to date zu sein und den Sicherheitsstandard beizubehalten oder zu erhöhen.

## **Unterrichtseinheit 6**

---

Nun hast Du es schon fast geschafft. Die gesamte Tauchtheorie liegt hinter Dir. Diese Unterrichtseinheit ist nur noch eine knappe Wiederholung der wichtigsten Kenntnisse, die Du als zukünftiger Taucher wissen und beherrschen musst.

Gehe die einzelnen Kapitel durch und nutze den Rest der Zeit um innerhalb **der CD-ROM oder des Scripts „Tauchen“** zu navigieren und die Gebiete zu wiederholen, in denen Du evtl. noch Lücken hast. Weiterhin kannst Du nun auch in den anderen Gebieten innerhalb der CD-ROM oder des Scripts nachschauen, was Dich besonders interessieren könnte.

Ich hoffe, dass Dir das Arbeiten mit der CD-ROM und dem Script Spaß gemacht hat und dass Du sie weiterhin als Nachschlagewerk benutzen wirst.

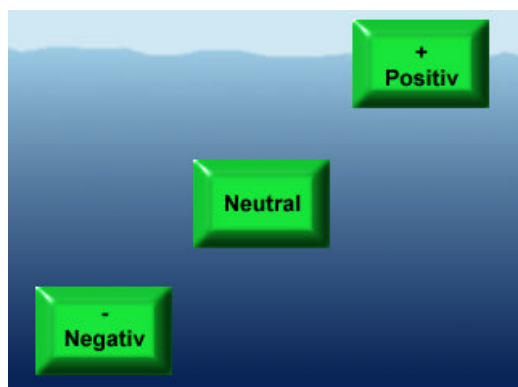
### VII.1. Die Unterwasserwelt

#### VII.1.1. Auf- und Abtrieb

Hat ein Körper Auftrieb, so schwimmt er an der Wasseroberfläche, hat er Abtrieb, so sinkt er.

Auftrieb hängt nicht nur vom Gewicht eines Körpers ab, sondern auch davon, wieviel Wasser er verdrängt. Verdrängt ein Objekt mehr Wasser als sein Gewicht, so schwimmt es. Verdrängt es weniger Wasser, so sinkt es. Wird gleich viel Wasser verdrängt, so schwebt das Objekt.

Für das Tauchen ist das sehr wichtig. Taucher sind am Anfang des Tauchgangs bestrebt abzutauchen, also zu sinken, man nennt dies auch: der Taucher hat **negativen Auftrieb**. Während des Tauchgangs wollen Taucher schweben, sie haben **neutralen Auftrieb**. Am Ende, wenn sie wieder auftauchen wollen, haben sie **positiven Auftrieb**.



*Negativer, neutraler und positiver*

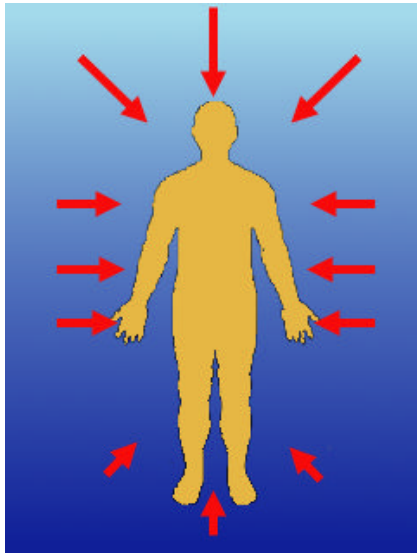
Diese drei unterschiedlichen Zustände unter Wasser werden auch als **Prinzip des Archimedes** beschrieben. Archimedes von Syrakus (287 – 212 v.Chr.) war ein griechischer Mathematiker, Physiker und Konstrukteur. Er fasste die drei Fälle folgendermaßen zusammen:

***Die Auftriebskraft, die ein Körper beim Eintauchen in eine Flüssigkeit erfährt, ist gleich der Gewichtskraft des verdrängten Flüssigkeitsvolumens.***

### VII.1.2. Der Luftdruck / Wasserdruck

Druck wird allgemein als eine Kraft die auf eine Fläche wirkt definiert.

Den Luftdruck dem wir jeden Tag ausgesetzt sind spüren wir normalerweise nicht. Dennoch übt der Luftdruck eine Gewichtskraft in Form einer Luftsäule über uns aus, die auf unsere Körperoberfläche wirkt. Sie beträgt in Meereshöhe  $1,03 \text{ kg/cm}^2$ , d.h., dass auf jedem  $\text{cm}^2$  unseres Körpers eine Gewichtskraft von  $1,03 \text{ kg}$  lastet.



*Luftdruck, dem wir täglich ausgesetzt sind*

Der Luftdruck wird in Millibar (**mbar**) gemessen.  $1,03 \text{ kg/cm}^2$  entspricht  $1030 \text{ mbar}$ , also rund **1 bar**. In größeren Höhen nimmt der uns umgebende Luftdruck entsprechend der kleiner werdenden Luftsäule über uns ab.

### VII.1.3. Wassertemperatur

Die Wassertemperatur ist ein entscheidender Faktor bei der Tauchgangsplanung. Wie Du schon gehört hast, musst Du Deine Wärmeisolation (Tauchanzug) nach der Temperatur des Gewässers wählen. Weiterhin musst Du aber auch noch zusätzlich die Tiefe in der Du tauchst berücksichtigen, denn je tiefer Du tauchst, um so kälter wird das Wasser. Beim Abtauchen wirst Du oft einen schnellen Temperaturwechsel wahrnehmen, das Wasser wird sprunghaft kälter. Dies nennt man auch **thermische Sprungschicht**. Die Sprungschicht kann oft als eine Art Flimmern wahrgenommen werden. Sprungschichten können in unterschiedlichen Tiefen und sowohl im Süß- als auch im Salzwasser auftreten.



### VII.1.4. Strömungen

Strömungen treten vermehrt im Meer auf. Sie sind Wasserbewegungen, die durch Winde, Ebbe und Flut oder Wellen verursacht werden. Je nach Stärke der Strömung kannst Du Dich schnell überanstrengen, wenn Du versuchst gegen diese anzuschwimmen. Dadurch steigt Dein Luftverbrauch an.

Bei leichten Strömungen gilt, dass Du Deinen Tauchgang immer zuerst gegen die Strömung beginnst. Bei starken Strömungen musst Du mit der Strömung tauchen, man nennt dies auch „**Drift Dive**“. Dafür ist aber eine spezielle Ausbildung erforderlich.

### VII.1.5. Bodenbeschaffenheit

Einige Bodenbestandteile, wie Sand oder Schlick können schnell aufgewirbelt werden und verursachen eine schlechte Sicht. Andere Bodenbeschaffenheiten, wie Korallen und Vegetation müssen geschützt und dürfen nicht berührt werden. Auch kannst Du Dich an Korallen oder Felsen reißen oder schneiden. Deshalb ist es wichtig die Bodenbeschaffenheit des jeweiligen Tauchplatzes zu kennen. Generell gilt jedoch, gut tariert zu sein, so dass Du während des Tauchgangs nicht in Kontakt mit dem Boden kommst. Bei Übungen unter Wasser sollte eine Stelle gewählt werden, die lebende Organismen nicht schädigt und wenig Sedimente aufwirbelt.



### VII.1.6. Sichtweiten unter Wasser

Sichtweiten unter Wasser werden beeinflusst von Wetter, Wasserbewegung, Schwebeteilchen und Bodenbeschaffenheit.

Die Sicht unter Wasser ist beim Sporttauchen enorm wichtig. Wird die Sicht schlecht, so ist es schwer mit Deinem Tauchpartner zusammenzubleiben. Zudem wird die Orientierung negativ beeinflusst. Dies kann soweit führen, dass Du keine Orientierung mehr unter Wasser hast.

Um bei schlechter Sicht noch tauchen zu können, bleibe nahe bei Deinem Tauchpartner. Wenn nötig haltet Euch bei der Hand oder benutzt eine Buddyleine. Um die Orientierung über Deinen Standort zu behalten, verwende einen Kompass. Wenn die Sicht zu schlecht ist, verschiebe den Tauchgang.



*Gute Sicht*



*Schlechte Sicht*

### VII.1.7. Unterwasserlebewesen

Als Taucher solltest Du Dich auch mit Unterwasserlebewesen beschäftigen. Du wirst viele neue faszinierende Tiere entdecken und die Vielfalt der Unterwasserpflanzen bewundern können. Bei all Deiner Entdeckungsfreude beachte einen Grundsatz beim Tauchen, der besagt: ***niemals das Unterwasserleben zu schädigen und zu töten***. Du kannst als Beobachter alle Tiere und Pflanzen bewundern, aber nicht berühren oder gar mit an die Oberfläche nehmen.

Fast alle Tiere unter Wasser sind harmlos und gehen zur Flucht über wenn sich ein Taucher nähert. Die meisten Verletzungen die dem Taucher durch Tiere oder Pflanzen zugefügt werden resultieren aus der Unachtsamkeit der Tauchers. Verletzungen durch Tiere oder Pflanzen sind beim Tauchen recht selten.

### VII.2. Tauchmedizin

Die Tauchmedizin behandelt die Einflüsse auf den menschlichen Organismus die während des Aufenthalts im Wasser auftreten können. Dazu muss der Taucher Grundkenntnisse z.B. über Blutkreislauf, Atmung und Verhalten von im Körper gelösten Gasen besitzen. Das medizinische Grundwissen ist für den Taucher ein unverzichtbarer Sicherheitsfaktor.

#### VII.2.1. Nasennebenhöhlen

Die Nasennebenhöhlen sind luftgefüllte Hohlräume im Schädel. Sie haben eine Verbindung zum Nasen-Rachen-Raum. Ihre Aufgaben sind das Anfeuchten, Erwärmen und Reinigen der Atemluft und sie dienen als Resonanzraum für die Stimme.

Die Nasennebenhöhlen unterteilen sich in:

- **Kieferhöhlen**
- **Stirnhöhlen**
- **Keilbeinhöhle**
- **Siebbeinhöhle**



*Die Nasennebenhöhlen (hier blau markiert)*

### VII.2.2. Wärmehaushalt

#### VII.2.2.1. Aufenthalt im Wasser

Im Wasser ist eine Wärmeübertragung von der Haut an das Wasser mehr als **200 mal** größer als an der Luft. Das lässt sich durch die **25 mal** größere Wärmeleitfähigkeit von Wasser erklären. Die Folge davon ist, dass die Hauttemperatur absinkt und nach kurzer Zeit nur geringfügig oberhalb der Wassertemperatur liegt.

Die Abnahme der Körpertemperatur im Wasser erfolgt in Abhängigkeit von der Isolation des Tauchers durch seinen Anzug. Taucher leiden unter Wasser trotz Temperaturen die an der Luft sehr angenehm wären, an Wärmeverlust. Beispielsweise wird ein ungeschützter Taucher bei einer Wassertemperatur von 21<sup>0</sup> Celsius innerhalb weniger Minuten beginnen zu frieren.

Kühlt der Taucher zu sehr aus, sind im ersten Stadium kaum noch motorische Bewegungen möglich. Es folgen Anzeichen des Bewusstseinschwundes. Letzten Endes kommt es zum Tod durch Herzkammerflimmern.

#### VII.2.2.2. Hyperthermie

Hyperthermie ist ein Wärmestau. Durch extreme Wärmebelastung kann es zu einem Ausfall der Wärmeabgabemechanismen kommen.

#### VII.2.2.3. Hypothermie

Hypothermie beinhaltet ein Absinken der Körperkerntemperatur. Die Kälteabwehrvorgänge sind überbeansprucht.

Allgemein ist bei Unterkühlung zu beachten den Patienten nicht zu bewegen, um eine Vermischung des kälteren Blutes mit dem wärmeren zu vermeiden. Dieser Effekt wird auch als **after-drop** bezeichnet und verstärkt die Gefahr eines Herzkammerflimmerns.

Wenn sich der Taucher plötzlich behaglich fühlt, da warmes Blut die Haut durchströmt, ist dies ein Anzeichen, dass der Taucher in einem unkontrollierten Maß Wärme verliert und seine Körperkerntemperatur sehr schnell absinkt.

Mit dem Absinken der Körperkerntemperatur geht eine Abnahme der geistigen Fähigkeiten einher. Der Taucher ist unkoordiniert und vergesslich, sowie schläfrig.

### VII.2.3. Druckausgleich

Der Druckausgleich wird in eine aktive und eine passive Methode unterschieden. Der aktive Druckausgleich wird mit der **Valsalva-Methode** durchgeführt. Hierbei werden Nase und Mund geschlossen und versucht über die verschlossene Nase auszuatmen, indem man mit zwei Fingern die Nasenflügel zuhält. Der erzeugte Überdruck im Nasen-Rachen-Raum führt zu einer Öffnung der Tuben und einem Einpressen von Luft in den Mittelohrbereich.

Der passive Druckausgleich wird durch bewusstes Schlucken, Kauen oder Gähnen durchgeführt. Von den meisten Tauchern wird die Valsalva-Methode bevorzugt, um den Druckausgleich durchzuführen.

#### VII.2.3.1. Druckausgleichsprobleme

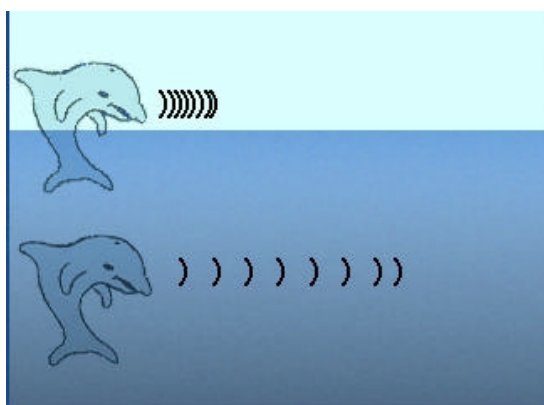
Probleme mit dem Druckausgleich können dann auftreten, wenn Erkältungen mit Schleimhautschwellungen im Nasen-Rachen-Raum vorliegen.

Der Druckausgleich kann auch nicht funktionieren, wenn die Druckdifferenz zwischen Mittelohr und Nasen-Rachen-Raum zu groß ist.

### VII.2.4. Hören unter Wasser

Da die Schallwellen unter Wasser etwa **viermal schneller** als an der Luft transportiert werden, ist es für den Taucher fast unmöglich Schallquellen in Bezug auf Richtung und Entfernung zu orten.

Daraus entsteht das Problem, dass der Taucher mögliche Gefahren, die z.B. von fahrenden Motorbooten ausgehen, nicht orten kann.



*Schallwellen unter Wasser werden viermal schneller transportiert*

### VII.2.5. Sehen unter Wasser

Das menschliche Auge ist nicht für das Sehen unter Wasser geeignet, nur für das Sehen an der Luft. Erst durch die Tauchermaske ist es möglich Gegenstände unter Wasser klar zu erkennen.

Der Effekt, dass ein Gegenstand oder Lebewesen unter Wasser näher erscheint, entsteht durch die Lichtbrechung. Bei Übertritt von der Luft in das Wasser oder umgekehrt, verändert ein schräg einfallender Lichtstrahl seine Richtung. Der Grund hierfür liegt darin, dass sich Lichtwellen im Wasser mit einer anderen Geschwindigkeit, als an der Luft fortpflanzen.



*Ein schräg einfallender Lichtstrahl verändert beim Übertritt in Wasser seine Richtung*

Dadurch erscheinen alle Gegenstände im Wasser um  $\frac{1}{3}$  vergrößert und um  $\frac{1}{4}$  näher.



Auch die Farben erscheinen unter Wasser verändert.

Die Ursache für diese Farbveränderung ist die Schwächung (**Absorption**) des Lichtes unter Wasser. Je tiefer getaucht wird, desto mehr Licht wird durch das

Wasser absorbiert. Rotes Licht wird dabei stärker absorbiert als blaues. Rotes Licht ist so in einer Tiefe von etwa 10 Metern kaum noch zu erkennen.

Das ist u.a. der Grund warum Taucher auch in tropischen Gewässern eine Taucherlampe mitnehmen. Durch eine Unterwasserlampe können die echten Farben wieder gesehen werden.

### VII.2.6. Barotraumen

Das Wort Barotrauma ist zusammengesetzt aus dem griechischen *tó trauma* = die Wunde und *tó báros* = die Schwere, das Gewicht.

***Barotraumen (Druckverletzungen) sind Schädigungen oder Funktionsstörungen des Körpers, die durch physikalische Druckdifferenzen hervorgerufen werden.*** Barotraumen können in allen gas- oder luftgefüllten Hohlräumen auftreten. Jeder luftgefüllte Hohlraum ist während des Auf- und Abtauchens empfindlich gegenüber Barotraumen.

Barotraumen können beim Auf- und Abtauchen auftreten. Beim Abtauchen werden sie als ***Squeeze*** bezeichnet, beim Auftauchen als ***Umkehrsqueeze*** oder ***Umkehrblockierung***.

### VII.2.7. Dekompressionskrankheit (Caissonkrankheit)

Die Dekompressionskrankheit wurde erstmals 1845 bei Arbeitern beobachtet, die in einer Tiefe von 20 m arbeiteten und anschließend unter Lähmungserscheinungen litten. Man fand heraus, dass diese Erscheinungen mit Arbeiten unter erhöhtem Umgebungsdruck zusammenhingen.

An der Oberfläche ist der Körper gesättigt, d.h. er hat soviel Stickstoff, wie er unter diesem Druck in Lösung binden kann. Taucht man ab, so erhöht sich der Druck und es tritt immer mehr gelöster Stickstoff in die Gewebe über. Dies geschieht, indem der Stickstoff in das Blut übertritt und auf diesem Weg in die Körperzellen gelangt. Der Stickstoffpartialdruck in der Alveolarluft ist größer als der Gewebedruck im Blut. Allmählich ist der Druckgradient nicht mehr so hoch, d.h. dass sich der Stickstoff im Gewebe dem der Alveolarluft nähert.

Die Stickstoffaufnahme ist aber nicht in allen Geweben gleich. Das Blut beispielsweise absorbiert den Stickstoff sehr schnell. Auch die Muskulatur tut dies,

nur etwas langsamer, sie werden als **schnelle Gewebe** bezeichnet. Andere Gewebe, wie z.B. Fett, absorbieren den Stickstoff nur langsam, sie werden als **langsame Gewebe** bezeichnet.

Die Menge an Stickstoff, die ein Taucher während eines Tauchgangs aufnimmt, steht im direkten Verhältnis zur Tiefe und Dauer des Tauchgangs. Je länger und tiefer ein Tauchgang also ist, desto mehr Zeit hat sein Körper den Stickstoff aufzunehmen.

Beginnt der Taucher jetzt mit dem Aufstieg, so sinkt der Umgebungsdruck. Sein Körper gibt nun den überschüssigen Stickstoff wieder ab. Der Stickstoffpartialdruck ist jetzt im Gewebe höher als in der Atemluft. Der Stickstoff muss nun aus den Geweben über die Blutgefäße zur Lunge transportiert und dort abgeatmet werden.

Erfolgt das Auftauchen zu schnell, so kann es zur **Dekompressionskrankheit** kommen.

Bei der Dekompressionskrankheit entstehen mikroskopisch-kleine bis erbsengroße Gasblasen (Stickstoff) im Blut und in den Geweben. Diese Gasbläschen können die Arterien verstopfen und so die Blutzufuhr zu den Geweben unterbrechen. Man nennt dies auch **Gasembolie**. Infolge eines Sauerstoffmangels kommt es zur Schädigung des betroffenen Gewebes. Es kann zu lebensbedrohlichen Situationen kommen, wenn ein Gasbläschen die Blutzufuhr zum Gehirn, Herz oder zur Lunge verstopft.

Die Ursache einer Dekompressionskrankheit ist also der ausperlende Stickstoff, wenn

- die Nullzeit bei Tauchgängen überschritten wird und
- die erforderlichen Dekompressionsstops in entsprechenden Tiefen nicht eingehalten werden.

Faktoren, die die Dekompressionskrankheit begünstigen, sind:

- Alter
- Verletzungen
- Kaltes Wasser
- Erhöhtes Fettgewebe
- Alkohol
- Arbeit unter Wasser



### VII.3. Tauchphysiologie

#### VII.3.1. Der Blutkreislauf

Der Blutkreislauf transportiert Nährstoffe und Sauerstoff zu den Körpergeweben und befördert Abfallprodukte und Kohlendioxyd von den Zellen weg.

#### VII.3.2. Die Atmung

Der Mensch kann einige Tage ohne Wasser und sogar einige Wochen ohne Nahrung auskommen, doch Sauerstoff kann er nur begrenzt speichern und nicht länger als einige Minuten ohne Sauerstoffversorgung überleben.

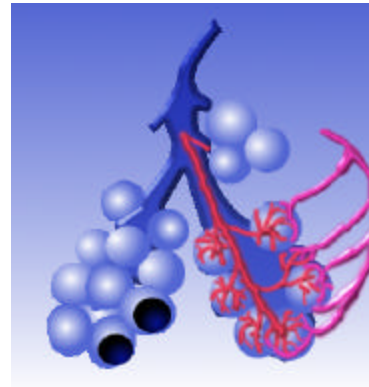
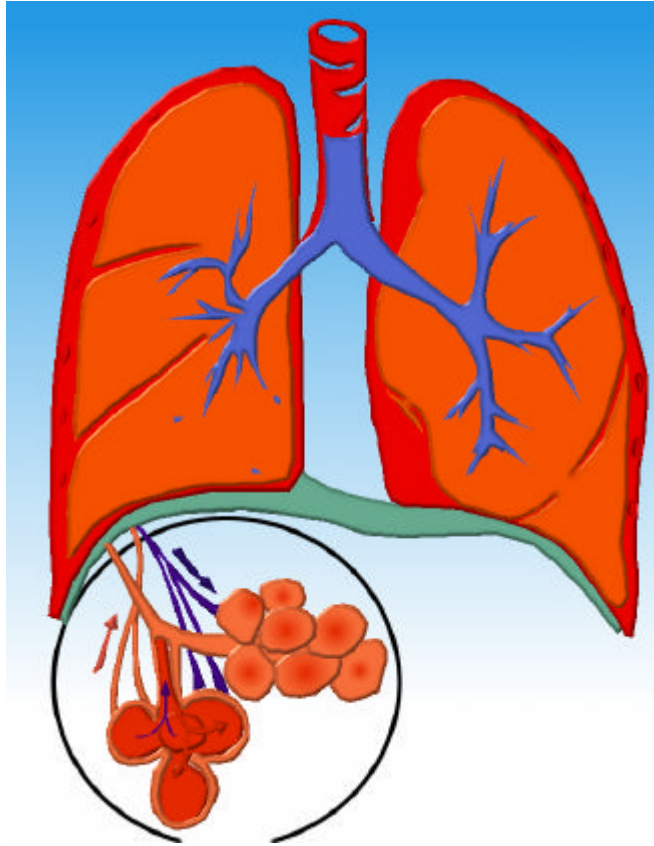
Atmen wir durch die Nase ein, so wird die Luft im Nasen-Rachen-Raum gereinigt, angefeuchtet und auf Körpertemperatur erwärmt. Über den Rachenraum gelangt die Luft zum Kehlkopf, über die Luftröhre zu den beiden Hauptbronchien, dann zur linken und rechten Lunge. Dort erfolgt eine weitere Verzweigung der Atemwege in kleinere Bronchien und Bronchiolen.

Allgemein hat die Atmung die Aufgabe alle Körperteile mit Sauerstoff zu versorgen, sowie das durch Stoffwechselforgänge entstehende Kohlendioxid abzutransportieren.

#### VII.3.3. Anatomie der Lunge

Die Lunge liegt im knöchernen Brustkorb und besteht aus zwei Lungenflügeln. Sie ist von zwei dünnen Häuten, dem **Lungenfell** und dem **Brustfell**, umgeben. Zwischen den beiden Häuten befindet sich ein schmaler, mit Flüssigkeit gefüllter Spalt, der **Pleuraspalt**, in dem ständig Unterdruck herrscht.

Der Gasaustausch findet in den **Alveolen** statt. Die Alveolen sind traubenartig angeordnete, mit einer sehr dünnen Haut umgebene Lungenbläschen. Sie sind mit kleinsten Blutgefäßen umgeben. Die Funktionsfläche einer durchschnittlich großen Lunge beträgt ca. 100 m<sup>2</sup>.



*Die Lunge mit Alveolen*

### VII.3.4. Physiologie der Atmung

Der wichtigste Atemmuskel ist das **Zwerchfell**, der als horizontal liegender Muskel den **Thoraxraum** nach unten gegen die Bauchhöhle abschließt.

Die Lunge ist aus elastischen Fasern aufgebaut und hat die Tendenz sich zusammenzuziehen. Sie muss den Bewegungen des Brustkorbes folgen. Beim Einatmen muss aktive Muskelarbeit geleistet werden, der Ausatemvorgang erfolgt passiv.

### **Inspiration** (Einatemphase)

Die Einatemphase ist ein aktiver Vorgang bei dem sich der Thoraxinnenraum durch Kontraktion von Zwerchfell und äußeren Zwischenrippenmuskeln vergrößert.

### **Expiration** (Ausatemphase)

Die Ausatemphase ist ein passiver Vorgang, bei dem die Atemmuskulatur erschlafft. Der Thoraxinnenraum verkleinert sich.

Bei körperlicher Arbeit wird die Atemhilfsmuskulatur zusätzlich eingesetzt um die Atmung dadurch zu vertiefen.

## **VII.3.5. Der Gasaustausch**

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen einem **äußeren** und einem **inneren Gasaustausch**. Der äußere Gasaustausch findet in der Lunge zwischen **Lungenalveolen** und **Lungenkapillaren** statt, während der innere Gasaustausch zwischen **Körperzellen** und **Gewebekapillaren** stattfindet.

### **Äußerer Gasaustausch**

Das kohlendioxidreiche Blut, das von den Körpergeweben über das rechte Herz kommt wird in der Lunge (bei Kontakt von Lungenkapillaren und Alveolen) vom CO<sub>2</sub> befreit und mit Sauerstoff angereichert. Das O<sub>2</sub>-reiche Blut fließt nun durch die linke Herzhälfte. Von hier aus wird es in den gesamten Organismus gepumpt.

### **Innerer Gasaustausch**

Der Gasaustausch im Körpergewebe erfolgt entsprechend dem Konzentrationsgefälle. Sauerstoff diffundiert in gelöster Form aus den Kapillaren in die Körperzellen. Kohlendioxid wiederum diffundiert aus den Körpergeweben über die Gewebekapillaren in die Kapillaren.

Sobald O<sub>2</sub> an den roten Blutfarbstoff Hämoglobin gebunden ist, wird es über die entsprechenden Blutbahnen zu den Verbrauchsstellen transportiert. Hier wird das zur Energiegewinnung nötige O<sub>2</sub> von den Körperzellen aufgenommen und das Stoffwechselprodukt CO<sub>2</sub> dem Blut zugeführt.

## **VII.3.6. Hyperventilation**

Hyperventilation ist eine bewusste oder unbewusste Mehratmung. Bei der Hyperventilation wird vermehrt CO<sub>2</sub> abgeatmet und so der arterielle CO<sub>2</sub>-Teildruck erniedrigt. Dies verzögert den Befehl an das Atemzentrum mit der nächsten

Einatemphase zu beginnen. Die Hyperventilation sollte bei Langstreckentauchversuchen unbedingt vermieden werden, da es hierdurch zu einem Black-out (Bewusstlosigkeit) kommen kann.

### VII.4. Tauchausrüstung

#### VII.4.1. ABC-Ausrüstung

Die **ABC-Ausrüstung** besteht aus **Flossen**, **Maske** und **Schnorchel**. Sie stellt die Grundausrüstung für den Taucher dar.

#### VII.4.2. Der Lungenautomat / Atemregler

Um unter Wasser angenehm - oder überhaupt - atmen zu können, benötigen Taucher Luft mit dem jeweiligen Umgebungsdruck, das reguliert der



*Der Lungenautomat (1. und 2. Stufe)*

Lungenautomaten werden auch als **bedarfsabhängige Automaten** bezeichnet, was bedeutet, dass sie automatisch durch das Ein- und Ausatmen des Tauchers aktiviert oder deaktiviert werden. Der Lungenautomat besteht aus einer **Ersten Stufe** und einer **Zeiten Stufe**.

### VII.4.3. Die Druckluftflasche / Pressluftflasche

Druckluftflasche oder Pressluftflasche – beide Begriffe bezeichnen das Selbe – die Tauchflasche.

Pressluftflaschen gibt es in Größen von 4l, 5l, 7l, 8l, 9l, 10l, 12l, 15l und 20l als Einzelflasche oder als Doppel- oder Mehrfach-Geräte.

Pressluftflaschen werden mit gefilterter und komprimierter Luft gefüllt. Bei diesem Vorgang wird die Feuchtigkeit aus der Luft gefiltert und Verunreinigungen entfernt.



*Die Pressluftflasche*

### VII.4.4. Finimeter / Unterwasser-Manometer

Der Finimeter ist ein Messinstrument, das dem Taucher den momentanen Druck in der Druckluftflasche anzeigt. Es wird durch einen Hochdruckschlauch an den Lungenautomaten (1.Stufe) angeschlossen. Er ermöglicht dem Taucher während des gesamten Tauchgangs seinen Luftvorrat zu überwachen.



*Das Unterwasser Manometer*

### VII.4.5. Der Tiefenmesser

Ein unentbehrliches Instrument für jeden Taucher und Tauchgang ist der Tiefenmesser. Er gibt die **aktuelle Tiefe** und die **tiefste Stelle des Tauchgangs** mittels eines **Schleppzeigers** an. Durch die Tiefe bestimmen sich mögliche Dekompressionsstops und die Zeiten die zwischen mehreren Tauchgängen liegen. Tiefenmesser müssen eine gute Ablesbarkeit im Bereich der Dekompressionsstufen bieten. Weiterhin sollte er eine möglichst gespreizte Skala aufweisen. Die maximale Fehlertoleranz sollte in allen Bereichen nicht mehr als 5% betragen.



*Der Tiefenmesser*

### VII.4.6. Die Taucheruhr

Wichtig bei Taucheruhren ist der einstellbare **Tauchzeitring** der bei jeder Einstellung einrastet und nur **entgegen dem Uhrzeigersinn** verdrehbar sein sollte; er muss auch mit Tauchhandschuhen zu betätigen sein. Weitere Kriterien sind die Druckfestigkeit der Automatik oder Quarzuhr, die gute Ablesbarkeit, das kratzfeste Glas, das Leuchtzifferblatt und ein verstellbares oder elastisches Armband.



### VII.4.7. Tauchanzüge

Tauchanzüge werden auch als Kälteschutzanzüge bezeichnet. Sie werden meist schon beim Schnorcheln mit ABC-Ausrüstung verwendet, vor allem aber beim Gerätetauchen. Meist ist das Meer oder ein See an der Oberfläche angenehm warm, aber bereits in 2 bis 3 Metern Tiefe wird es meist deutlich kälter.

Von Sporttauchern werden heute verschiedene Anzüge verwendet: Nasstauchanzug, Halbtrockentauchanzug, Trockentauchanzug, Tropen-Anzug und Shorties.

Allgemein sollte ein Tauchanzug dem Taucher Schutz vor Kälte bieten, Hautabschürfungen, sowie Schädigungen der Haut durch Nesselgift oder Stacheln verhindern.

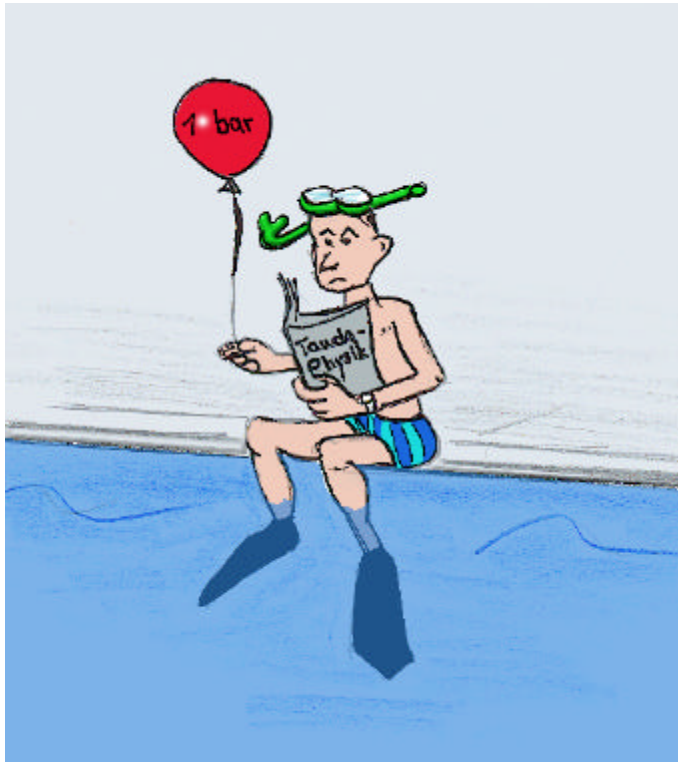
### VII.4.8. Die Rettungs- und Tarierweste/ Jackets

Die ersten Tarierwesten waren weiterentwickelte Formen von aufblasbaren Rettungswesten. In Deutschland nannte man sie auch „Klodeckel“ wegen ihrer ovalen Form.

Die Taucherweste dient dem Taucher zur **Tarierung unter Wasser**, im Notfall zum raschen **Erreichen der Oberfläche**, als **Schwimmhilfe** und als **Bergungshilfe**.

Tarierungsjackets, kurz Jackets genannt, sind die Nachfolger der Tarierungs- und Rettungswesten. Das Jacket dient zudem als Tragevorrichtung für das Tauchgerät.

## VII.5. Tauchphysik



### VII.5.1. Das Gesetz von Boyle und Mariotte

Das nach **Robert Boyle** (1627 - 1691) und **Edme Mariotte** (1620 - 1684) benannte Gesetz, erläutert den Zusammenhang zwischen Druck und Volumen bei gleichbleibender Temperatur.

### VII.5.2. Das Prinzip des Archimedes

Archimedes von Syrakus (287 - 212 v. Chr.) war ein griechischer Mathematiker, Physiker und Konstrukteur. Das nach ihm benannte Prinzip lautet folgendermaßen:  
***Die Auftriebskraft, die ein Körper beim Eintauchen in eine Flüssigkeit erfährt, ist gleich der Gewichtskraft des verdrängten Flüssigkeitsvolumens.***

Das ist auch der Grund weshalb in Wasser eingetauchte Körper scheinbar leichter oder sogar schwerelos werden.

Dabei unterscheidet man 3 bestimmte Fälle:

- a) ein Körper **schwimmt** an der Oberfläche wenn die Flüssigkeitsmenge, die der eingetauchte Teil



- verdrängt, gleich der Gewichtskraft des ganzen Körpers ist.
- b) ein Körper **sinkt**, wenn die von ihm verdrängte Flüssigkeitsmenge geringer als seine eigene Gewichtskraft ist.
- c) ein vollständig untergetauchter Körper **schwebt**, wenn die von ihm verdrängte Flüssigkeitsmenge gleich seiner Gewichtskraft ist.

### VII.5.3. Das Gesetz von Dalton

**John Dalton** (1766 - 1844) war ein englischer Wissenschaftler, der zum ersten Mal untersuchte, wie sich Teilgase eines Gasgemisches unter Druck verhalten.

Das Gesetz von Dalton beschreibt das unterschiedliche Verhalten eines Gases innerhalb eines Gasgemisches bei unterschiedlichen Teil- oder Partialdrücken.

***Der Gesamtdruck eines Gasgemisches ist gleich der Summe der Partialdrücke seiner einzelnen Bestandteile.***

### VII.5.4. Das Gesetz von Henry

**William Henry**, ein englischer Arzt der mit **John Dalton** teilweise zusammengearbeitet hat, fand heraus:

***dass die Menge eines Gases welche bei gleichbleibender Temperatur innerhalb einer Flüssigkeit gelöst ist, in direktem Zusammenhang mit seinem Partialdruck steht.***

### VII.5.5. Das Gesetz von Gay - Lussac

Der Franzose **Louis Joseph Gay - Lussac** (1778 - 1850) formulierte bereits 1802 sein berühmtes Gesetz zur Wärmeausdehnung von Gasen.

***Bei gleichbleibendem Druck ändert sich ein Gasvolumen im gleichen Verhältnis wie die absoluten Temperaturen zueinander.***

### VII.6. Unterwasserzeichen

Unter Wasser können wir uns beim Tauchen mit Unterwasserzeichen verständigen. Es gibt ca. 40 Unterwasserzeichen, von denen Du aber nur einige beherrschen musst, um sicher zu Tauchen.

**Das Grundprinzip der Unterwasserzeichen ist, dass bewegte Zeichen Gefahr bedeuten, unbewegte Zeichen eine Information oder Anweisung ausdrücken.**

Hier die wichtigsten Unterwasserzeichen:



### VII.7. Schwimmbad

#### VII.7.1. Ausrüstungskontrolle

Haben Du und Dein Partner nun die komplette Ausrüstung angezogen, so führst Du einen Check durch. **Dieser Check ist vor jedem Tauchgang unbedingt erforderlich!**

Hast Du einmal beim Zusammenbau etwas vergessen zu montieren oder falsch angebracht, so kann es innerhalb dieses Ausrüstung- oder **Buddychecks** behoben werden.

Mit dem Buddycheck kontrollierst Du:

6. das Jacket Deines Partners

- sind alle Verschlüsse (Bauchgurt, Brustgurt) zu
- ist der Inflator richtig angeschlossen und funktionsfähig (Du solltest den Inflator testen)

7. den Bleigurt Deines Partners

- ist der Bleigurt angelegt
- ist er richtig verschlossen (Schnellabwurfschnalle darf sich nur mit der rechten Hand öffnen lassen)

8. sämtliche Schnallen und Verschlüsse

9. den Atemregler und Oktopus

- funktionieren Atemregler und Oktopus (unbedingt ausprobieren)

10. die Flasche

- ist sie fest am Jacket angebracht
- ist sie ganz aufgedreht
- laufen alle Schläuche frei

Ist alles in Ordnung, so solltest Du Deinem Partner ein **abschließendes o.k.** geben.

Natürlich muss Dein Partner auch Dich checken.

#### VII.7.2. Wiedererlangen des Lungenautomaten

Beim Tauchen kann es vorkommen, dass Dir Dein Lungenautomat aus dem Mund rutscht oder dass er Dir versehentlich „herausgeschlagen“ wird. Daher musst Du

## **Unterrichtseinheit 7**

---

wissen, wie man leicht seinen Automaten wiedererlangen kann. Dabei gibt es zwei Methoden:

Methode 1:

Neige Deine rechte Schulter und den Oberkörper etwas nach rechts. Strecke dann Deinen rechten Arm nach hinten weg. Schwinge nun den Arm ausgestreckt nach vorne, bis der Schlauch des Lungenautomaten an Deinem Ober- oder Unterarm „hängt“. Greife nach dem Schlauch. Dadurch erreichst Du die zweite Stufe. Jetzt kannst Du sie wieder in den Mund führen. Denke aber daran diese vorher auszublasen.



*Wiedererlangen des Lungenautomaten (Methode 1)*

Methode2:

Hebe mit der linken Hand die Tauchflasche etwas an. Greife nun mit der rechten Hand nach hinten über Deine rechte Schulter hinweg. Ertaste die Stelle, an der der Automaten Schlauch mit der ersten Stufe verbunden ist. Hast Du den richtigen Schlauch, so ziehe ihn leicht zu Dir heran. Nimm die zweite Stufe in den Mund. Denke auch hier an das Ausblasen bevor Du einatmest.



*Wiedererlangen des Lungenautomaten (Methode 2)*

Denke bei der Übung „Wiedererlangen des Lungenautomats“ daran, ständig einen **A-a-h-h- Laut** zu erzeugen und dadurch Deine Atemwege offenzuhalten.

### VII.7.3. Maske ausblasen

Flute die Maske ein wenig, in dem Du den oberen Maskenrand leicht vom Gesicht ziehst. Jetzt dringt etwas Wasser ein. Um dieses wieder zu entfernen, drücke den oberen Maskenrand an die Stirn und nimm den Kopf in den Nacken. Dabei atmest Du durch die Nase aus. Die durch die Nase ausgeatmete Luft verdrängt das Wasser aus der Maske.

Flute nun die Maske ganz, so dass sich keine Luft mehr im Maskenraum befindet. Gehe nach derselben Methode vor.



*Maske ausblasen*

### VII.7.4. Behandlung eines Krampfes

Beim Tauchen oder Schnorcheln kann es vorkommen, dass Du einen Krampf im Wadenbereich bekommst wenn Du Dich überanstrengt hast. Kälte, ungenügende Fitness oder falsche Flossen können ebenfalls zu Krämpfen führen. Deshalb gilt als erste Regel um Krämpfe zu vermeiden, die richtige Flossenwahl, zudem ein ausreichender Kälteschutz und Training.

Ein Krampf ist eine unwillkürliche Muskelkontraktion mit schmerzhaften Begleiterscheinungen.

Tritt ein Krampf unter Wasser auf, so stoppe zuerst jede Aktion. Löse den Krampf, indem Du den Fuß ausstreckst, ihn an der Flosse hältst und dadurch die betroffene Muskelpartie dehnt. Nach einiger Zeit wird der Krampf dadurch verschwinden.

Warte etwas bist Du weiter tauchst. Vermeide zu große Anstrengung, indem Du die Belastungsintensität etwas herabsetzt.



*Krampf lösen*

### VII.7.5. Der ermüdete Taucher

Jedem Taucher kann es passieren, dass er sich überanstrengt. Meist geschieht dies beim Schnorcheln zum Tauchplatz oder vom Tauchgang zurück an Land oder zum Boot.

Merkst Du Anzeichen von Ermüdung oder bist einem Krampf nahe, so stoppe jede Aktion und ruhe Dich aus indem Du Dein Jacket etwas aufbläst und Dich auf den Rücken legst. Kannst Du nach einigen Minuten nicht weiter, so wird Dein Tauchpartner Dir behilflich sein. Es gibt zwei Möglichkeiten den ermüdeten Taucher an das Ufer oder ans Boot zu befördern, das Schleppen und das Schieben.

Doch zuerst, bevor wir das Schleppen und Schieben eines ermüdeten Tauchers üben, solltest Du das Schnorcheln an der Oberfläche mit Geräteausrüstung üben.

Beim Schnorcheln an der Oberfläche gilt es zu beachten, dass Deine Flossen unter der Wasseroberfläche sind, um die Effektivität des Flossenschlages voll auszunutzen. Weiterhin solltest Du darauf achten, dass Deine Körperhaltung möglichst stromlinienförmig ist, um den Schwimmwiderstand gering zu halten.

Wenn Du das geübt hast wollen wir uns dem Schleppen und Schieben zuwenden.

Ein Partner simuliert den ermüdeten Taucher. Die Hilfe des Tauchpartners beginnt, indem er positiven Auftrieb herstellt.

## Unterrichtseinheit 7

---

Beim Schleppen fasst Du das Ventil der Druckluftflasche und schleppest Deinen Partner hinter Dir her.



*Schleppen eines ermüdeten Tauchers*

Beim Schieben gibt es zwei Methoden. Bei der ersten Methode, greifst Du den ermüdeten Taucher mit einer Hand unter die Achsel, mit der anderen fasst Du ihn am Oberarm. So schiebst Du ihn vor Dir her.



*Schieben eines ermüdeten Tauchers*

Bei der anderen Methode nimmst Du die Beine des ermüdeten Tauchers auf Deine Schultern und schiebst ihn so vor Dir her.



*Schieben eines ermüdeten Tauchers*

Probiere beide Methoden aus. Tauscht dann die Rollen indem Du jetzt den ermüdeten Taucher simulierst während Dein Partner Dich schleppt und schiebt.

### VII.7.6. Pivoting

Um neutrale Trierung herzustellen werden wir jetzt auf den Flossenspitzen balancieren, man nennt dies auch **Pivoting**.

Lege Dich auf den Bauch atme tief und langsam. Blase nun kleine Mengen Luft in das Jacket bis zu dem Punkt, an dem Du Dich vom Boden abhebst. Nun steigst Du beim Einatmen langsam nach oben, beim Ausatmen sinkst Du wieder nach unten. Jetzt bist Du neutral tariert.

**Halte zu keinem Zeitpunkt die Luft an !**

Auch hier werden wir beide Methoden (Inflatorbenutzung und Einblasen von Luft über den Mund) üben.

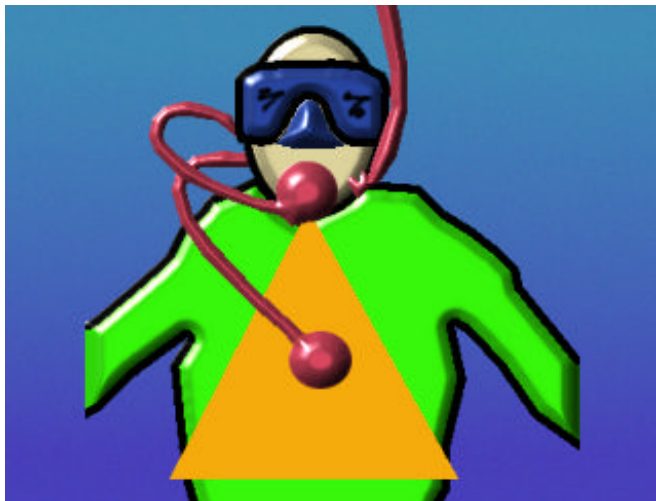




*Pivoting (Balancieren auf den Flossenspitzen)*

### VII.7.7. Alternative Luftversorgung

Eine alternative Luftversorgung kann ein Oktopus, ein mit dem Inflator kombinierte zweite Stufe oder eine kleine Pressluftflasche sein. Als Taucher musst Du in der Lage sein, die alternative Luftversorgung Deines Tauchpartners zu erkennen, zu lokalisieren und daraus zu atmen. Wie Du schon vorher gelernt hast sollte die alternative Luftversorgung im Dreiecksbereich zwischen Mund und unteren Rippen angebracht sein.



*Alternative Luftversorgung im Dreiecksbereich*

Wir üben das Lokalisieren und Atmen aus einer alternativen Luftversorgung sowohl im Schwimmbad als auch im Freiwasser.

Gib Deinem Partner das Zeichen „Ich habe keine Luft mehr“. Dann sollte er Dir die alternative Luftversorgung entgegenhalten. Achte darauf, dass Du den Automaten richtig herum in den Mund nimmst. Atme langsam und tief und stelle Blick- und Körperkontakt mit Deinem Partner her, indem Ihr Euch jeweils mit der rechten Hand am Oberarm festhaltet.

Hast Du einen guten Atemrhythmus gefunden, so steige mit Deinem Partner unter Atmung der alternativen Luftversorgung an die Oberfläche auf.



*Atmen aus der alternativen Luftversorgung*

### VII.7.8. Abblasender Lungenautomat

Ein abblasender Lungenautomat ist keine Notsituation. Du kannst bequem aus einem abblasenden Automaten atmen. Es gilt nur zu beachten unverzüglich aufzusteigen, da die Tauchflasche sich rasch leeren wird.

Denke daran, das Mundstück nicht in den Mund zu nehmen, sondern nur leicht an die Lippen anzusetzen, so dass die überschüssige Luft abströmen kann.



*Atmen aus einem abblasenden Lungenautomaten*



# Tauchausrüstung

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>EINFÜHRUNG</b>	<b>3</b>
<b>DIE ABC-AUSRÜSTUNG</b>	<b>4</b>
<b>Die Maske</b>	<b>4</b>
<i>Pflege der Maske</i>	5
<b>Der Schnorchel</b>	<b>6</b>
<i>Pflege des Schnorchels</i>	7
<b>Die Flossen</b>	<b>7</b>
<i>Pflege der Flossen</i>	9
<b>DIE RETTUNGS- UND TARIERWESTE/ JACKETS</b>	<b>9</b>
<b>Jacketformen</b>	<b>11</b>
<i>Pflege des Jackets</i>	12
<b>DER LUNGENAUTOMAT / ATEMREGLER</b>	<b>12</b>
<i>Pflege und Wartung des Lungenautomaten</i>	16
<b>DIE DRUCKLUFTFLASCHE / PRESSLUFTFLASCHE</b>	<b>17</b>
<b>Transport von Tauchflaschen</b>	<b>18</b>
<i>Pflege der Flaschen</i>	19
<b>Das Flaschenventil</b>	<b>19</b>
<b>Die Pressluftflaschenventiltypen</b>	<b>20</b>
<b>BLEIGURT MIT GEWICHTSSTÜCKEN</b>	<b>20</b>
<b>HEBESÄCKE</b>	<b>21</b>
<b>HANDSCHUHE</b>	<b>21</b>
<b>FÜßLINGE</b>	<b>22</b>
<b>FINIMETER / MANOMETER</b>	<b>23</b>

<b>KOMPASS</b>	<b>24</b>
<b>KOMPRESSOR</b>	<b>24</b>
<b>UNTERWASSER SCHREIBTAFELN</b>	<b>25</b>
<b>ROLLEN / SPULEN</b>	<b>26</b>
<b>ALTERNATIVE LUFTVERSORGUNG / OKTOPUS</b>	<b>27</b>
<b>LOGBÜCHER</b>	<b>28</b>
<b>KOPFHAUBE</b>	<b>29</b>
<b>KONSOLEN</b>	<b>30</b>
<b>DRUCKLUFTTAUCHGERÄT / SCUBA</b>	<b>30</b>
<b>TAUCHANZÜGE</b>	<b>31</b>
Nasstauchanzug	32
Halbtrocken-Neoprenanzüge	33
Der Trockentauchanzug	33
Tropen-Overall	34
Shorties	35
<b>TIEFENMESSER</b>	<b>36</b>
<b>TAUCHTABELLE</b>	<b>38</b>
<b>TAUHLAMPEN / UNTERWASSERLAMPEN</b>	<b>39</b>
<b>TAUCHERUHR</b>	<b>39</b>
<b>TAUCHERMESSER</b>	<b>40</b>
<b>TAUCHERFLAGGE</b>	<b>41</b>
<b>TAUCHCOMPUTER / DEKOMPRESSIOMETER</b>	<b>41</b>
<b>VERBINDUNGSLEINE (BUDDY-LEINE)</b>	<b>43</b>

### Einführung

Seit eh und je neugierig darauf, was wohl unter der Oberfläche des Ozeans zu entdecken sei, erdachte der Mensch allerlei sinnreiche Möglichkeiten um in die verborgenen Tiefen vorzudringen. Sein Hauptproblem bestand darin, wie er unter Wasser atmen kann.

Dank zuverlässiger und wohldurchdachter Ausrüstung ist die Unterwasserwelt heute sicherer, leichter zu erkunden und zugänglicher als je zuvor. Einst die Domäne tollkühner Abenteuernaturen, verschreiben sich heute Menschen aus allen Lebensbereichen der Faszination des Tauchens. Tauchen ist nicht nur ein Sport; es symbolisiert – hat es einen mal gepackt – eine Lebensweise- und einstellung, die mit der Natur, in einer anderen Welt – der Unterwasserwelt – im Einklang schlägt.

Um in diese Welt „einzutauchen“ bedarf es einer Ausrüstung.

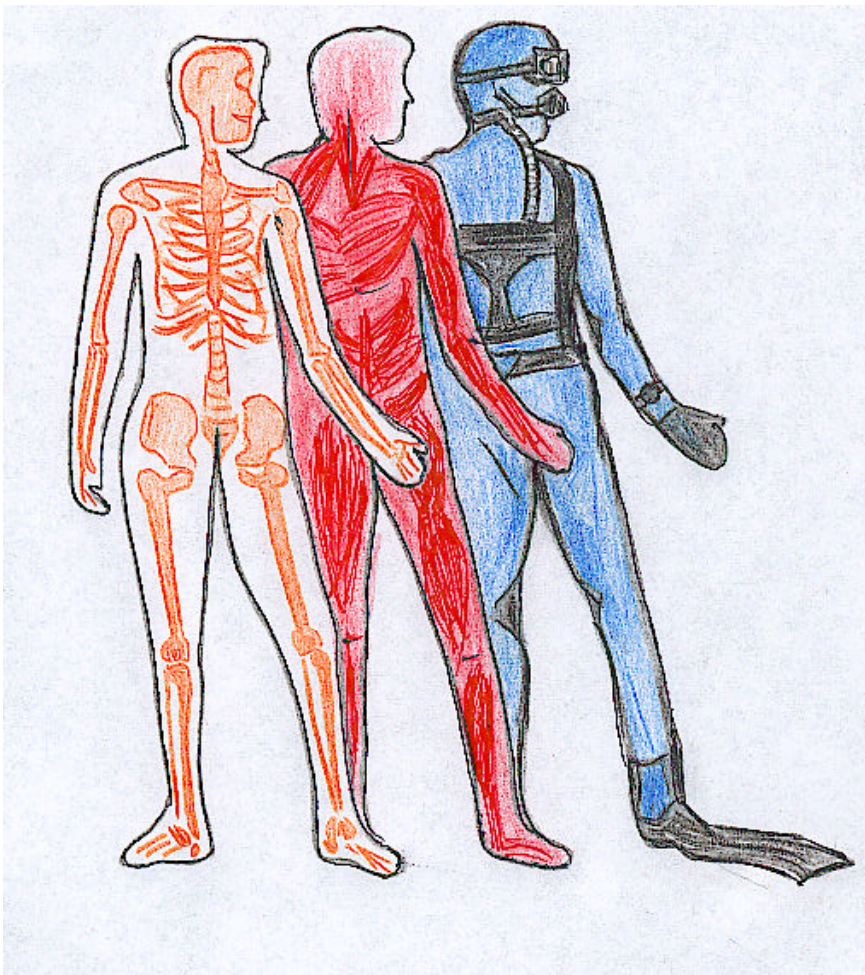
Die Taucherausrüstung kann man unterteilen in:

- die **Standardausrüstung**, und in die
- **zusätzliche Ausrüstung**.

Die Standardausrüstung beinhaltet das, was nötig ist um einen Tauchgang zu absolvieren und die Sicherheit zu gewährleisten.

Die zusätzliche Ausrüstung bietet dem Taucher meist mehr Komfort aber auch eine zusätzliche Sicherheit während des Tauchgangs.

Bei speziellen Tauchgängen, wie dem Eistauchen, Wracktauchen oder auch während Nachttauchgängen, werden weitere Ausrüstungsgegenstände benötigt die hier nicht detailliert beschrieben werden.



## Die ABC-Ausrüstung

Die **ABC-Ausrüstung** besteht aus **Flossen**, **Maske** und **Schnorchel**. Sie stellt die Grundausrüstung für den Taucher dar.

### Die Maske

Das menschliche Auge ist nicht dafür geschaffen unter Wasser scharf zu sehen, daher wird mit Hilfe der Tauchermaske ein Luftraum vor den Augen geschaffen. Dadurch ist scharfes Sehen unter Wasser möglich.

Man unterscheidet **einfenstrige** Tauchermasken und **zweifenstrige** Tauchermasken.

Zweifenstrige Masken erlauben das Einsetzen von optischen Gläsern.



*Einfensterige Maske*

Der Maskenkörper sollte einen **doppelten Dichtrand** aufweisen. Die Sichtscheiben müssen aus **hochtemperiertem Sicherheitsglas** bestehen, dicht am Maskenkörper befestigt sein und dürfen die Sicht nicht verzerren. Das **Kopfband** muß auswechselbar und verstellbar sein. Der **Nasenerker** muß als **Druckausgleichseinrichtung** auch mit Handschuhen zu betätigen sein.

Zum Tauchen sind Masken mit weniger Maskenvolumen und einem geringen Abstand zwischen Augen und Maskenglas am günstigsten, da diese leichter auszublasen sind und einen geringeren luftgefüllten Hohlraum darstellen.

Weiterhin kann noch zwischen **optischen Masken** für Brillenträger und **Masken mit Farbfilter** unterschieden werden.

Das flexible Material besteht bei guten Masken heutzutage überwiegend aus Silikon. Silikon hat den Vorteil, gegenüber Gummi, dass es elastischer ist und sich so der Gesichtsform besser anpasst, desweiteren ist Silikon hypoallergisch.

### ***Pflege der Maske***

Die Scheiben fabrikneuer Masken sind mit einem schützenden Ölfilm überzogen. Wird dieser nicht entfernt, kann die Maske beim Tauchen stark beschlagen. Deshalb sollte man vor dem Tauchgang einige Tropfen Anti-Beschlag-Lösung auf der Innenseite der Scheibe verteilen. Zum Schutz vor Beschlagen kann auch etwas Speichel auf der Maskenscheibe verrieben werden.

Die Maske ist, wie die übrige Tauchausrüstung, mit klarem Süßwasser nach dem Tauchgang zu reinigen. Zum Trocken sollte die Maske nicht in die Sonne gelegt werden, da das Silikon mit der Zeit brüchig wird und seine abschließende Wirkung am Gesicht verlieren kann.



### Der Schnorchel

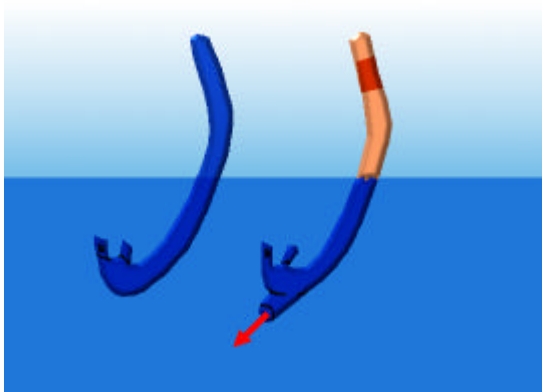
Der Schnorchel soll die Atmung an der Wasseroberfläche ermöglichen, ohne den Kopf dabei aus dem Wasser heben zu müssen. Er erlaubt das Schwimmen an der Wasseroberfläche und das Betrachten der Unterwasserwelt. Auch der Gerätetaucher sollte immer einen Schnorchel mitführen, um z.B. zur Tauchgangsstelle zu schnorcheln und dadurch Luft aus den Flaschen zu sparen. Es ist auch möglich, daß der Luftvorrat am Ende des Tauchgangs verbraucht ist und der Taucher eine Strecke zum Boot zurücklegen muß. Dies ist mit dem Schnorchel am einfachsten und bequemsten.

Beim Schnorchel gibt es Unterschiede zwischen Jugend- und Erwachsenenschnorchel, Wettkampf und UW-Rugby- sowie Trainings- und Gerätetauchschnorcheln.

Der Schnorchel besteht aus einem Rohr mit einer **maximalen Länge von 35 cm** (zwischen Mundstück und Lufteintritt), dem Mundstück, der Haltevorrichtung und dem Sicherheitsfarbstreifen. Der Innendurchmesser beträgt für Kinder 15-18 mm und für Erwachsene 18-25 mm.

**Längere Schnorchel als 40 cm dürfen nicht verwendet werden.** Sie führen zur Pendelatmung (die ausgeatmete und verbrauchte Luft wird wieder eingeatmet) und können zur Bewußtlosigkeit und damit zum Ertrinken führen.

Die neuere Schnorchel-Generation hat ein Ausblasventil. Durch diese Konstruktion ist der Schnorchel leichter auszublasen, da der überwiegende Teil des Wassers aus dem Ventil geblasen wird.



*Schnorchel mit Ausblasventil*

## Tauchausrüstung

Schnorchel werden sowohl aus Kunststoff, als auch als Silikon, transparent oder undurchsichtig hergestellt.

Der Schnorchel sollte mittels eines Befestigungssystem mit der Maske verbunden werden können.



*Der Schnorchel*

### **Das Mundstück**

Das Mundstück sollte recht weich sein und angenehm sitzen. Es wird an sogenannten Beißwarzen leicht zwischen den Zähnen gehalten und von den Lippen umschlossen.

### ***Pflege des Schnorchels***

Der Schnorchel sollte, wie alle Tauchausrüstungsgegenstände nach Gebrauch mit klarem Süßwasser gespült werden. Das Trocknen in der Sonne ist zu vermeiden.

### **Die Flossen**

Die Flossen helfen dem Taucher bei der Fortbewegung im und vor allem unter Wasser.

Größe und Härte des Flossenblattes sollten der Konstitution des Benutzers angepasst sein.

Anfänger sollten eine mittelharte Flosse benutzen, da ein zu hartes Flossenblatt zu Krämpfen in den Waden oder Füßen führen kann.

Die Flosse sollte durch Leitlinien eine ausreichende Richtungsstabilität besitzen. Das Flossenblatt sollte leicht nach unten abgewinkelt sein und Flossen mit Fersenband sollten nur in Verbindung mit Füßlingen getragen werden.

Die Gerätetauchflosse ist ca. 40 bis 70 cm lang, oft aber etwas breiter und stärker als die Schnorchelflosse.



*Schnorchelflosse*



*Gerätetauchflosse*



*Fersenverschluss bei der Gerätetauchflosse*

### **Pflege der Flossen**

Auch die Flossen spült man nach dem Gebrauch mit klarem Wasser ab und lässt sie trocknen. Bei der Gerätetauchflosse ist den Fersenbändern besondere Beachtung zu schenken. Sie werden mit der Zeit brüchig und reißen. Da sie meist im ungünstigsten Augenblick reißen, sollten immer Ersatzbänder mitgeführt werden.

### **Die Rettungs- und Tarierweste/ Jackets**

Die ersten Tarierwesten waren weiterentwickelte Formen von aufblasbaren Rettungswesten. In Deutschland nannte man sie auch „Klodeckel“, wegen ihrer ovalen Form.

Die Taucherweste dient dem Taucher zur **Tarierung unter Wasser**, im Notfall zum raschen **Erreichen der Oberfläche**, als **Schwimmhilfe** und als **Bergungshilfe**.

Tarierungsjackets, kurz Jackets genannt, sind die Nachfolger der Tarierungs- und Rettungswesten. Das Jacket dient zudem als Tragevorrichtung für das Tauchgerät.

Bestandteile von Westen und Jackets sollten sein:

#### **Der Westenkörper**

Der Westenkörper sollte mind. 15 l Volumen besitzen, das entspricht 150 N Auftrieb. Der Westenkörper sollte mit einer Signalfarbe (rot, orange oder gelb) gekennzeichnet sein. Zu den weiteren Forderungen gehören die Farbechtheit, die Knickbeständigkeit, die Beständigkeit gegen Mikroorganismen, Seewasser, Chlorwasser und Chemikalien. Zudem muss der Westenkörper den Taucher in einer ohnmachtssicheren Lage an der Oberfläche halten können.

#### **Die Bänderung**

Durch eine Bänderung wird der Sitz der Weste gewährleistet. Beim Jacket sind dies meist ein Bauch- und ein Brustgurt.

### Der Schnellablass

Der Schnellablass an der Weste dient dazu, diese möglichst schnell zu entlüften. Die Zugschnur muss so an der Weste angebracht sein, dass sie ohne Suchen griffbereit und die Bedienung auch mit Tauchhandschuhen möglich ist.



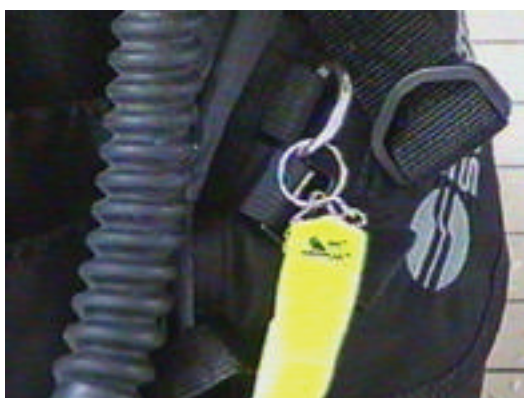
*Der Schnellablass am Jacket*

### Das Überdruckventil

Um das Platzen der Weste zu verhindern, muss diese mit einem Überdruckventil ausgestattet sein, das bei 100 bis 130 mbar Überdruck anspricht.

### Die Signalpfeife

Jeder Taucher muss mit einer Signalpfeife ausgestattet sein.



*Signalpfeife am Jacket*

### Die Westentasche

In der Westentasche kann man die Tauchtabelle, eine Zweitlampe, einen Notsignalblitz oder andere nützliche Dinge verstauen.

### Der Inflator

Durch den Inflator (inflate, engl. = aufblasen), der mit der Tauchflasche verbunden ist, ist es möglich die Tauchweste mit Luft zu füllen. Zudem muss es durch eine Mundaufblasvorrichtung möglich sein, die Weste mit dem Mund aufzublasen. Die Bedienung des Inflators wirst Du später kennen lernen.



*Inflator am Jacket*

### Jacketformen

Jackets werden in 3 unterschiedliche Konzepte unterschieden:

#### 1. **ADV-Jackets**

ADV-Jackets sind recht klein und werden oft auch als „Reisejackets“ bezeichnet, weil man diese leicht in Reisetaschen unterbringen kann.

#### 2. **Stabilizing-Jackets**

Stabilizing-Jackets besitzen eine umlaufende Luftblase, d.h. es befindet sich Luft sowohl im Brust- und Schulterbereich, als auch im Rückenbereich. Der Taucher hat durch diese Jackets die beste Position an der Wasseroberfläche.

#### 3. **WING-Jackets**

WING-Jackets werden auch als Tek-Jackets bezeichnet. Unter Wasser liegt der Taucher sehr gerade im Wasser. Die WING-Jackets sind sehr gut für Extremtaucher, sowie Höhlen- und Tieftaucher geeignet.

Die heute am weitesten verbreiteten Jackets sind **ADV-Jackets** (Adjustable-Divers-Jacket) oder Wrap-Arounds genannt.

### ***Pflege des Jackets***

Nach dem Tauchgang ist das Jacket mit klarem Süßwasser zu spülen. In den Westenkörper eingedrungenes Wasser ist zu entfernen. Das Wasser entfernt man am besten, indem man das Jacket etwas aufbläst und dann umdreht, so dass das Wasser durch den geöffneten Ablassschlauch abfließen kann. Zum Trocken oder Lagern des Jackets ist dieses leicht aufzublasen.

### **Der Lungenautomat / Atemregler**

Um unter Wasser angenehm - oder überhaupt - atmen zu können, benötigen Taucher Luft mit dem jeweiligen Umgebungsdruck, das reguliert der **Lungenautomat**.



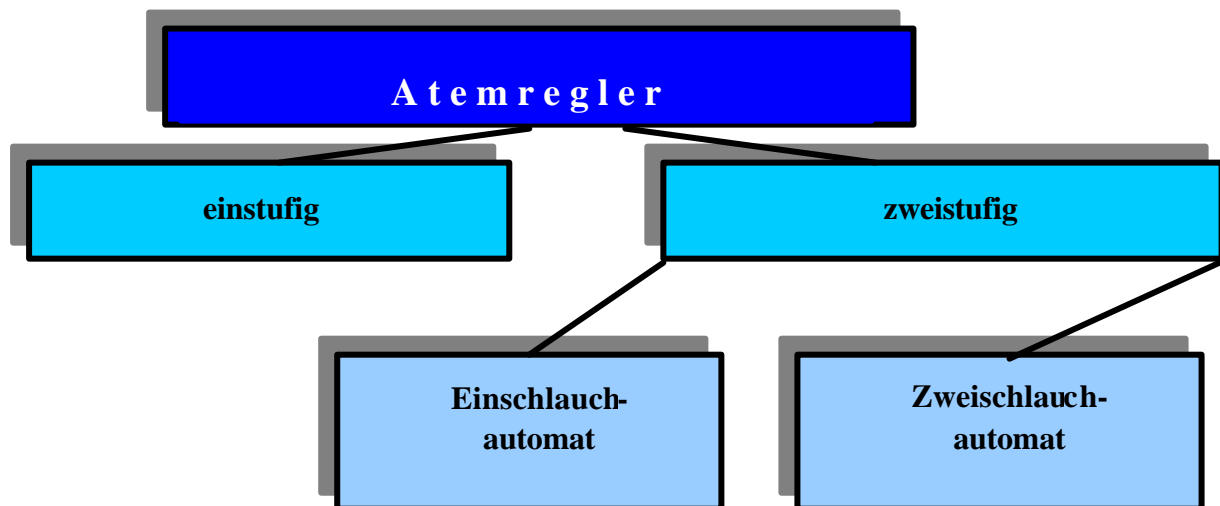
*Der Lungenautomat*

Lungenautomaten werden auch als **bedarfsabhängige Automaten** bezeichnet, was bedeutet, dass sie automatisch durch das Ein- und Ausatmen des Tauchers aktiviert oder deaktiviert werden. Der Lungenautomat besteht aus einer **Ersten Stufe** und einer **Zeiten Stufe**.

Die **Erste Stufe** wird an das Flaschenventil geschraubt und hat die Aufgabe den Druck der Druckluftflasche (ca. 200 bar) auf einen konstanten **Mitteldruck** zu reduzieren. Dieser Mitteldruck liegt je nach Hersteller zwischen 5 und 16 bar über dem jeweiligen Wasserdruck. Erst die **Zweite Stufe** reduziert den Mitteldruck auf den **Umgebungsdruck**.

Diese Reduzierung auf den Umgebungsdruck kann in einem oder zwei Schritten (Stufen) erfolgen. Danach unterscheidet man **einstufige** und **zweistufige** Atemregler.

Der heute am häufigsten verwendete Automat ist der zweistufige Einschlauchatemregler. Hier ist die erste Stufe an der Tauchflasche montiert. Einstufige Atemregler dürfen heute nicht mehr in Deutschland verkauft werden.



### Wie funktioniert ein Lungenautomat ?

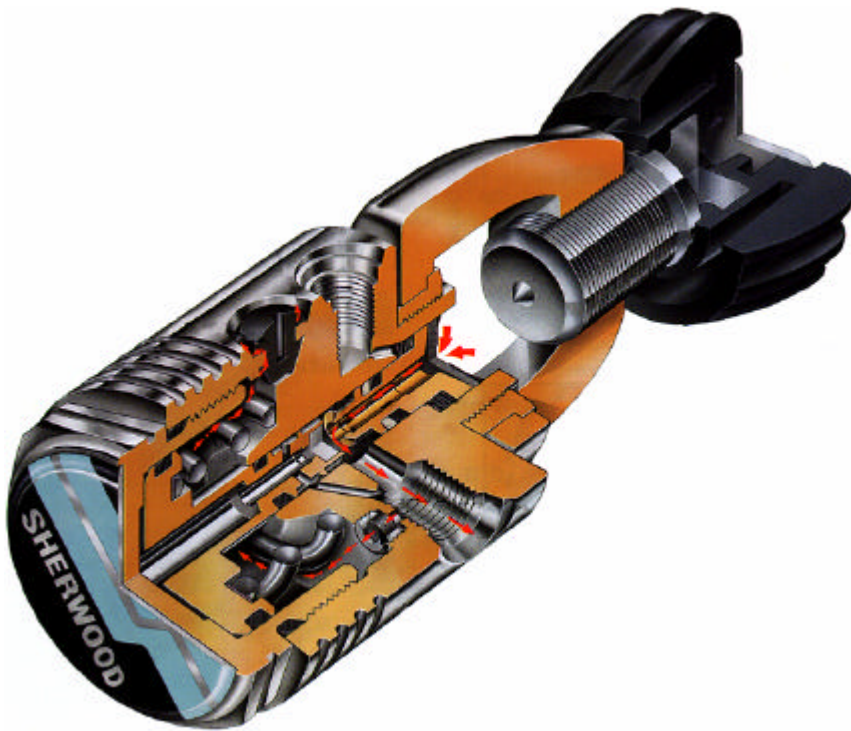
#### Erste Stufe:

Man unterscheidet bei der Ersten Stufe zwischen **kolbengesteuerten** und **membrangesteuerten** ersten Stufen.

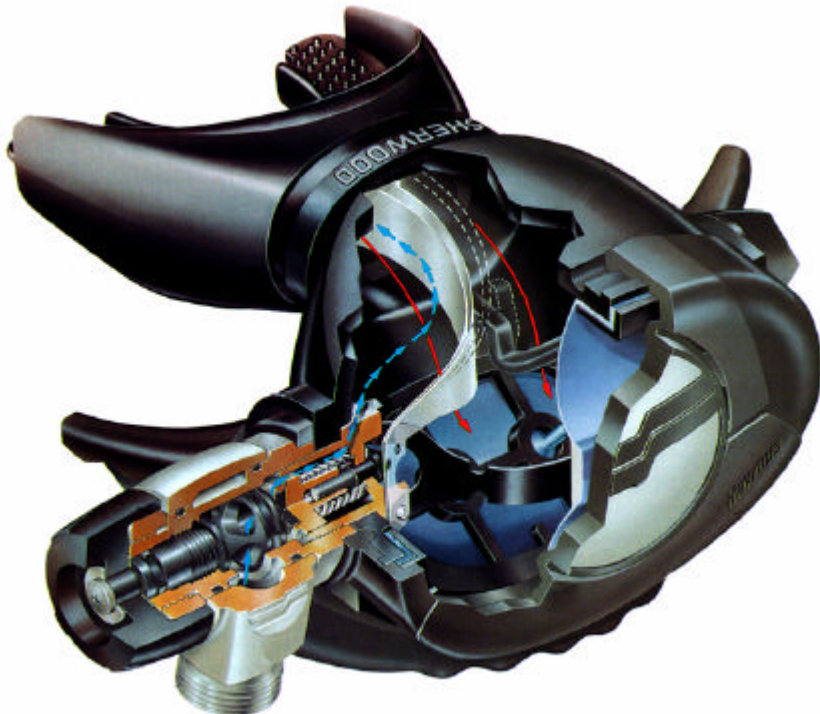
Bei der kolbengesteuerten ersten Stufe wirkt der Wasserdruck auf einen Kolben. Bei der membrangesteuerten ersten Stufe wirkt der äußere Wasserdruck auf eine flexible Membran.

Die erste Stufe verfügt über einige (meist ein bis zwei) **Hochdruckabgänge** sowie ca. drei **Mitteldruckabgänge**. Weiterhin sollte die erste Stufe über eine **Schutzkappe** verfügen, so dass in diese kein Wasser oder Staubkörnchen oder andere Verunreinigungen eindringen können.





*Erste Stufe (schematische Darstellung)*

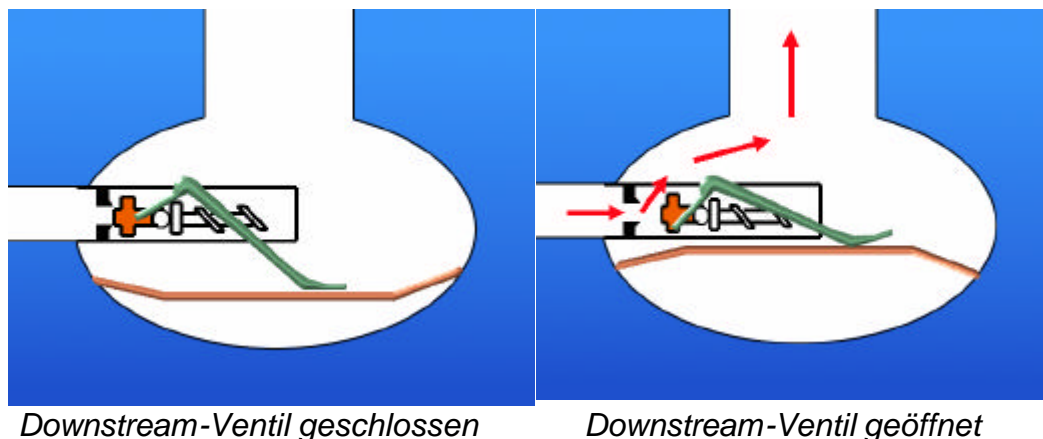


*Zweite Stufe (schematische Darstellung)*

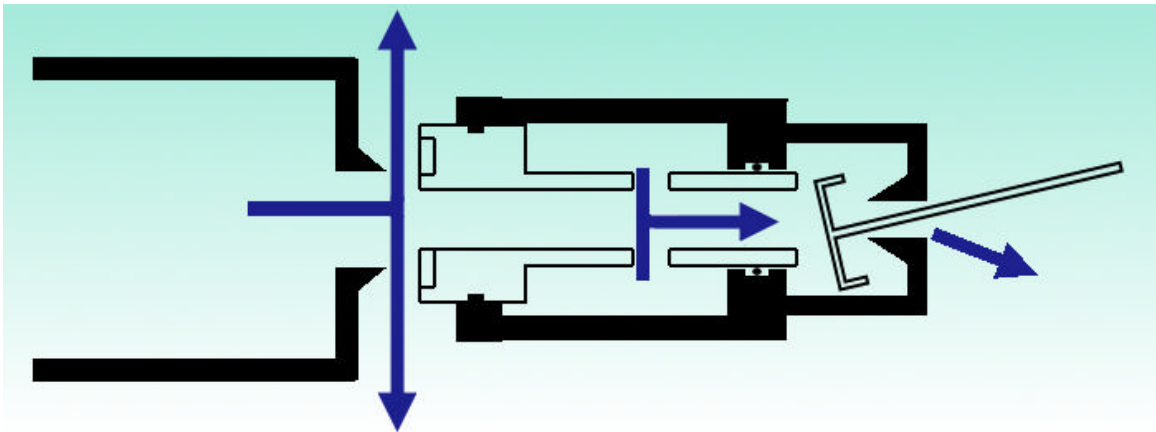
Grundsätzlich unterteilt man die Ventile der zweiten Stufe in **Downstream-Ventile** und in **Pilotventile**.

### Downstream-Ventile

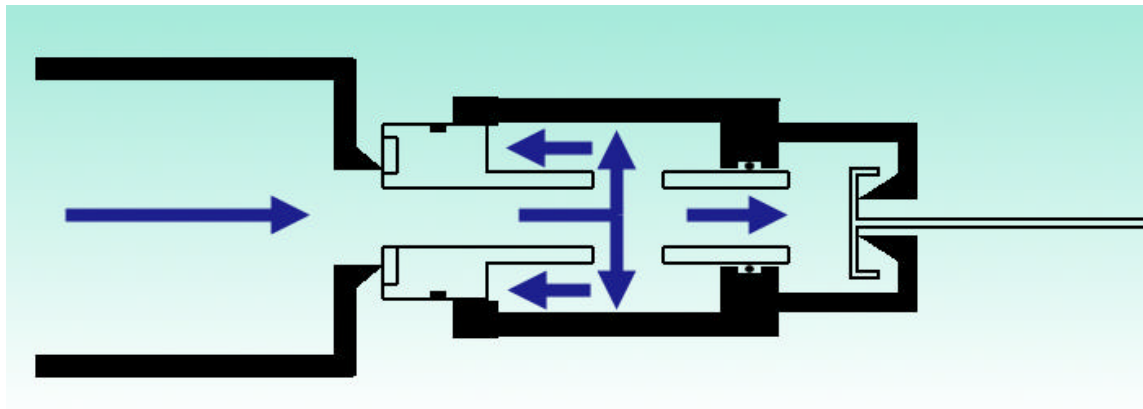
Diese Ventilart ist am häufigsten anzutreffen. Beim Einatemvorgang drückt eine Membran gegen einen Kipphebel, der mit dem Einwegventil direkt verbunden ist. Das Ventil öffnet sich, der Taucher bekommt Luft. Die Bezeichnung Downstream kommt daher, weil sich das Ventil mit dem Luftstrom öffnet. Im Falle eines Defektes des Ventils, öffnet sich dieses und lässt die Luft frei abströmen. Der Taucher kann immer noch aus dem Lungenautomaten atmen und seinen Aufstieg beginnen. Diese Bauweise wird auch als **Fail-Safe** bezeichnet, da sie bei Versagen sicher ist.



Bei der **Pilotventilbauweise** öffnet der Kipphebel ein kleines Ventil, das man Pilotventil nennt. Dieses Pilotventil öffnet wiederum ein größeres Hauptventil. Durch diese Bauweise ist bei geringerer Anstrengung ein größerer „Luftdurchsatz“ möglich. Die Pilotventilbauweise wird deshalb nicht so oft wie Downstream-Ventile verwendet, da diese Konstruktion komplexer und dadurch wesentlich teurer ist.



*Pilotventil offen*



*Pilotventil geschlossen*

### ***Pflege und Wartung des Lungenautomaten***

Nach dem Gebrauch sollte ein Lungenautomat gründlich mit klarem Süßwasser abgespült werden. Dabei gilt es zu beachten, dass sich die Schutzkappe auf der ersten Stufe befindet und nicht die Luftdusche der zweiten Stufe gedrückt wird. Am besten spült man den Lungenautomaten, wenn er sich noch unter Druck an der Flasche befindet.

Bei Abspülen sollte kein Wasserstrahl mit hohem Druck verwendet werden.

Bei der Lagerung ist zu beachten, dass enge Schleifen und Knicke in den Schläuchen vermieden werden. Die Schläuche sollten gemäß ihrer „natürlichen“ Form gelagert werden.

Die Wartung eines Lungenautomaten sollte einem autorisierten Fachhändler überlassen werden. Lungenautomaten sind generell nach einem Jahr zu warten oder falls die Benutzung länger als 6 Monate her ist. Eine Wartung wird auch dann fällig, wenn sich ein Schaden am Atemregler befindet oder dieser sich nicht mehr leicht atmen lässt.

### Die Druckluftflasche / Pressluftflasche

Druckluftflasche oder Pressluftflasche – beide Begriffe bezeichnen das Selbe – die Tauchflasche.

Pressluftflaschen gibt es in Größen von 4l, 5l, 7l, 8l, 9l, 10l, 12l, 15l und 20l als Einzelflasche oder als Doppel- oder Mehrfach-Geräte.

Pressluftflaschen werden mit gefilterter und komprimierter Luft gefüllt. Bei diesem Vorgang wird die Feuchtigkeit aus der Luft gefiltert und Verunreinigungen in der Luft entfernt.



### *Tauchflaschen*



*Doppelflaschen*

Der höchstzulässige Fülldruck beträgt normalerweise 200 bar und bei Sonderausführungen 300 bar.

Druckluftflaschen sind den nationalen oder europäischen Verordnungen unterworfen und müssen diesen entsprechen. Sie müssen für einen Fülldruck von mindestens 200 bar zugelassen sein.

Die Überprüfung von Druckflaschen durch den **TÜV** erfolgt für **Stahlflaschen alle 2 Jahre** und für **Alu-Flaschen alle 6 Jahre**.

Nach deutscher Verordnung muss eine Druckflasche oder zumindest ihr oberer Teil (Schulter) grau lackiert sein und die Aufschrift „Druckluft TG“ oder „Pressluft TG“ tragen.

Der Flaschenfuß sollte aus Hartgummi oder Kunststoff sein. Er verleiht den Druckluftflaschen an Land Standfestigkeit.

Zudem benötigen Pressluftflaschen eine Beschichtung. Unbeschichtete Flaschen würden durch Süß- oder Salzwasser schnell rosten.

### **Transport von Tauchflaschen**

In Deutschland unterliegt der Transport von Tauchflaschen **der Gefahrgutverordnung Straße (GGVS)**. Hier heißt es, dass die Verschlussventile mit Kragen und Kappen wirkungsvoll geschützt und als gefährliche Güter gekennzeichnet werden. Darum ist wichtig, Tauchflaschen nie ohne vorschriftsmäßigen Transportschutz zu kaufen oder zu leihen!

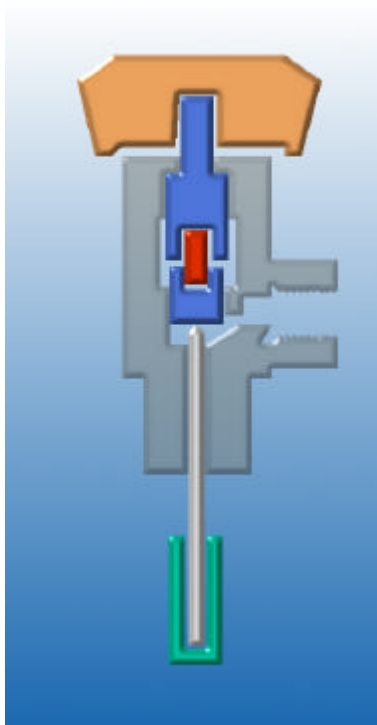
### ***Pflege der Flaschen***

Grundsätzlich sollte die Flasche nie stehend alleine gelassen werden. Weiterhin sind Stöße und große Hitze zu vermeiden. Nach dem Tauchen sollte die Flasche mit Süßwasser abgespült werden. Es ist immer eine geringe Restmenge Luft von ca. 20 bar in der Flasche zu belassen. Dadurch wird verhindert, dass Feuchtigkeit in die Flasche eindringt und Korrosion vermieden. Der Taucher sollte seine Flasche in regelmäßigen Abständen nach Roststellen inspizieren.

### **Das Flaschenventil**

Das Flaschenventil wird über einen Einschraubstutzen des Gehäuses mit der Druckluftflasche verbunden.

Dreht man das Ventil nach rechts, so wird es geschlossen, durch Linksdrehung wird es geöffnet. Kurz vor dem Tauchgang **öffnet man das Ventil vollkommen und dreht es dann ca. eine halbe Umdrehung in Richtung „zu“**. Ein Sinterfilter verhindert, dass Schmutz aus der Flasche in den Lungenautomaten gelangt. Das anschließende Wasserschutzrohr verhindert das Eindringen von Wasser in die nachfolgenden Amaturen bei Überkopfstellung.



*Das Flaschenventil*

## Die Pressluftflaschenventiltypen

Flaschenventile gibt es für Einzel- oder Doppelflaschen, mit oder ohne eingebauter Reserveschaltung und mit einer oder zwei Anschlussmöglichkeiten für Lungenautomaten.

Zwei Anschlussmöglichkeiten sind z.B. beim Eistauchen oder Höhlentauchen unbedingt erforderlich.

Die Standardausrüstung besteht aus einer Flasche und einer Anschlussmöglichkeit, an der sowohl Atemregler als auch Oktopus über die erste Stufe mit der Flasche verbunden sind.

Weiterhin sind über die erste Stufe das Jacket und ein Finimeter verbunden.

## Bleigurt mit Gewichtsstücken

Der Bleigurt gleicht den Auftrieb, den der Taucher durch seinen Tauchanzug hat, aus.

Der Bleigurt sollte neben einer **Schnellabwurfschnalle**, die mit einer Hand zu öffnen sein muss, auch aus einem undehnbaren Material bestehen.

Die Gewichtsstücke bestehen aus Blei und haben im Normalfall ein Gewicht zwischen 1,0 und 2,5 kg. Es gibt sie in rechteckiger Blockform oder in Form von verlängerten, gebogenen Gewichten, die sich dem Körper an der Hüfte anpassen. Sie sollten **symmetrisch** und **rutschfest** an der Hüfte des Tauchers befestigt sein.

In den letzten Jahren sind Bleigurte mit **Bleischrot** immer beliebter geworden.

Ebenfalls seit einigen Jahren auf dem Markt sind **Jackets mit integriertem Blei**. Hierbei wird das Blei einfach in dafür vorgesehene Jacketaschen eingeschoben. Vorteil dieser bleiintegrierten Jackets ist, dass das Auftragen des Gewichts an der Hüfte verlagert wird.



*Bleigurt mit Gewichtsstücken und Bleigurt mit Bleischrot*

### Hebesäcke

Ist ein Objekt, das an die Oberfläche gebracht werden muss schwerer als 5 kg, so kommen Hebesäcke zum Einsatz. Sie werden mit der alternative Luftversorgung des Tauchers oder mit einem speziellen Aufblasgerät gefüllt.

Der Umgang mit Hebesäcken ist nicht einfach und sollte geübt werden.

### Handschuhe

Die Hände sind sehr anfällig für Kälte. Deshalb sollten Taucher in unseren Gewässern fast ganzjährig mit Handschuhen tauchen.

Man unterscheidet in **dünne Handschuhe** die keine Isolationswirkung besitzen, aber gegen Hautabschürfungen schützen, **dickere Handschuhe** (3-7mm Neopren) und **Dreifingerhandschuhe**, die sehr gut isolieren.

Der Schutz durch Handschuhe in kalten Gewässern ist deshalb so wichtig, weil kaltes Wasser zu Bewegungsverlusten führen kann und dies die Tauchsicherheit (Bedienen des Inflators, Taucherzeichen, Maske entwässern) beeinträchtigen kann.





*Handschuhe*

## **Füßlinge**

Füßlinge sind meist aus 5 bis 7 mm Neopren. Sie haben eine stabile Laufsohle, mit der man sich bis zur Einstiegsstelle bewegen kann. Zudem bieten sie einen Schutz gegen Verletzungen.

Füßlinge dienen dem Wärmeschutz beim Tauchen. Zudem sind sie notwendig, um bei Gerätetauchflossen einen guten Sitz zu gewährleisten.



*Füßlinge*

### Finimeter / Manometer



*UW-Manometer*

Das Finimeter ist ein Messinstrument, das dem Taucher den momentanen Druck in der Druckluftflasche anzeigt. Es wird durch einen Hochdruckschlauch an den Lungenautomaten (1.Stufe) angeschlossen. Er ermöglicht dem Taucher während des gesamten Tauchgangs seinen Luftvorrat zu überwachen.

Die letzten 50 bar sollten farblich markiert sein, um dem Taucher anzuzeigen, dass es Zeit zum Auftauchen ist.

Ist der Finimeter mit der Druckluftflasche verbunden, sollte dieser beim Aufdrehen Richtung Boden gehalten werden. Es ist zwar unwahrscheinlich, aber dennoch möglich, dass ein Überdruckventil im Finimeter nicht funktioniert und dadurch das Finimetergehäuse explodiert. Also: um Verletzungen zu vermeiden, **Finimeter beim Aufdrehen der Flasche gegen den Boden halten!**

Bevor Finimeter auf dem Markt waren, konnte der Taucher seinen Luftvorrat nicht kontrollieren. Zu diesem Zweck gab es und gibt es heute noch Tauchflaschen mit Reserveschalter. Der Reserveschalter der aus einer Stange seitlich der Flasche besteht, musste bei 160 – 170 bar gezogen werden, d.h. man hat eine Reserverluft von ca. 30 – 40 bar in der Flasche, die durch das Ziehen der Reservestange freigegeben wird.

Wann ist es nötig die Reserve zu ziehen ?

Der Taucher stellt dies fest, wenn das Atmen schwerer wird. Zu diesem Zeitpunkt ist es nötig die Reserve zu ziehen und unmittelbar, unter Einhalten der notwendigen Aufstiegs geschwindigkeit und Pausen, aufzutauchen.

### Kompass

Der Kompass dient als wichtige Orientierungshilfe beim Tauchen. Durch den Kompass kann man eine Richtungskontrolle und einen Richtungswechsel gut durchführen.

Der Kompass sollte mit einer übersichtlichen, in 360° unterteilten Skala ausgestattet sein. Ein drehbarer, einrastender Außenring mit Nullmarkierung erleichtert das Navigieren. Zudem sollte eine Peileinrichtung nicht fehlen.



*Der Kompass*

### Kompressor

Mit Hilfe von Kompressoren werden Taucherflaschen gefüllt.

Kompressoren erzeugen den in der Druckluftflasche notwendigen Druck von ca. 200 – 350 bar.

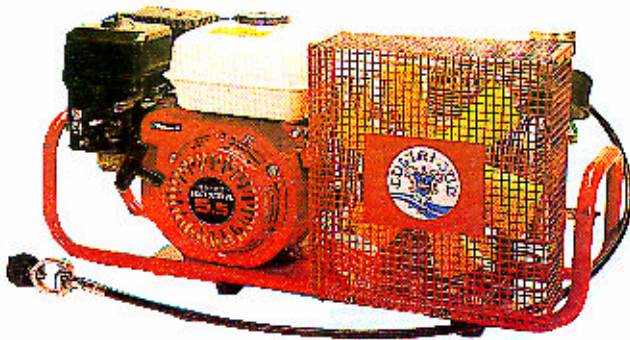
## Tauchausrüstung

Das Prinzip eines 3-stufigen Kompressors funktioniert folgendermaßen:

Es wird Luft angesaugt und gelangt in die erste Stufe. Hier wird die Luft auf etwa 5 bar komprimiert. Weiterhin gelangt die Luft in die 2. Stufe, in der sie auf etwa 40 bar komprimiert wird. Erst in der 3. Stufe wird die Luft auf einen Druck von 225 bar gebracht.

Damit man Atemluftqualität erhält, muss die angesaugte Luft mehrfach gefiltert werden.

Der Ansaugstutzen des Kompressors darf nicht in Verbindung mit Auspuffgasen der Motors oder einer befahrenden Straße gebracht werden.

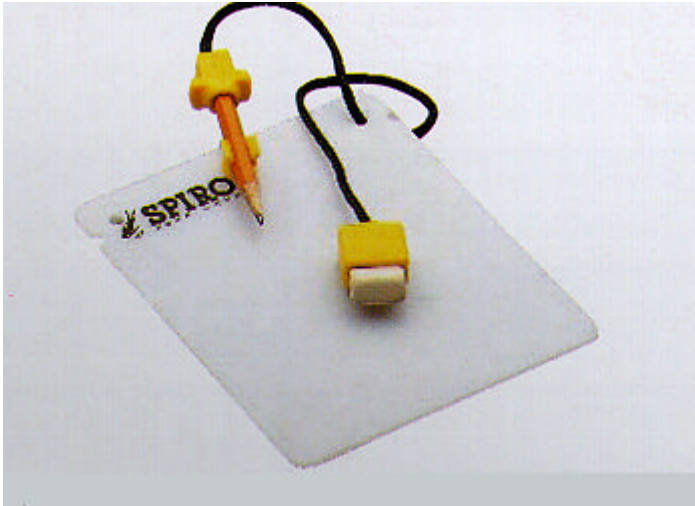


*Der Kompressor*

## **Unterwasser Schreibtafeln**

UW-Schreibtafeln ermöglichen eine erweiterte Kommunikation während des Tauchgangs. Da die Menge der Informationen mit Handzeichen gering ist, bieten sich solche Schreibtafeln an.

Schreibtafeln gibt es in allen Größen und Formen.



*UW - Schreibtafel*

## **Rollen / Spulen**

Rollen oder Spulen dienen bei Tauchaktivitäten, wie Suchen und Bergen dazu ein kreisförmiges Muster zu schwimmen. Sie erleichtern dadurch die Suche erheblich. Beim Höhlen- und Wracktauchen sind Rollen ein absolut notwendiger Ausrüstungsgegenstand.



*Die Rolle*

### Alternative Luftversorgung / Oktopus

Eine alternative Luftversorgung in Form einer zweiten Stufe, auch **Oktopus** genannt, hat sich im internationalen Tauchsport in den letzten Jahren immer mehr durchgesetzt und ist heute nicht mehr wegzudenken.

Der Oktopus ist an der ersten Stufe des Lungenautomaten befestigt. Der Oktopus ist eine leicht zu erreichende Luftquelle für den Tauchpartner. Dadurch ist es nicht mehr nötig mit dem Tauchpartner „ohne Luft“ eine Wechselatmung mit nur einem Automaten durchzuführen. Der Oktopus ist ein enormer Sicherheitsfaktor beim Tauchen.

Sowohl der Oktopus, als auch die Halterung an der er befestigt ist sollte farblich, wie hier im Bild, markiert sein.



*Oktopus*

Ein alternatives Luftversorgungssystem, sog. **Pony-Flaschen**, ist eine zusätzlich angebrachte kleine Flasche (ca. 2-4 l), die auch mit einem Lungenautomaten versehen ist.

Eine weitere alternative Luftversorgung sind sog. **Notflaschen** oder **Spare-Air – Systeme**. Diese Systeme sind kleine Flaschen (ca. 0,5 – 1 l) mit direkt befestigtem Mundstück. Sie können am Jacket angebracht werden. Diese Systeme sind nur für einen Notaufstieg gedacht.

## Logbücher

Da das Tauchbrevet keine detaillierten Angaben über Anzahl der Tauchgänge oder die Taucherfahrung liefert, gibt es das Logbuch. Im Logbuch werden die Tauchgänge mit allen Einzelheiten eingetragen. Das sind im einzelnen z.B. **Tauchgangsnummer**, **Tauchplatz**, **Datum**, **Tauchtiefe**, **Tauchzeit**, **Strömung**, **Wassertemperatur**, **bestimmte Gegebenheiten**, wie z.B. schöne, seltene Fische, Pflanzen usw. .

Logbücher liefern also wichtige Informationen für den Taucher selbst. Will er am selben Platz nach einer gewissen Zeit nochmals tauchen, so kann er im Logbuch Informationen über die Umgebungsbedingungen, die Art der benutzten Ausrüstung oder den Tauchplatz selbst, nachlesen.

Logbücher sind **Nachweisdokumente** über die Taucherfahrung und dienen zur **Vorlage für Weiterbildungsmaßnahmen** bei Tauchschulen.

Das Logbuch muss zu jedem Tauchgang die Unterschrift des Tauchpartners oder des Tauchlehrers enthalten. Dieser bestätigt mit seiner Unterschrift, dass der Tauchgang stattgefunden hat.

NUMMER		DATUM		
TAUCHZEIT				
TAUCHPLATZ	STRÖMUNG	EINSTIEG		
	SICHT	AUSSTIEG		
<table border="1"> <tr> <td>OFF</td> <td>WG</td> </tr> </table> 	OFF	WG	BEMERKUNGEN:	
OFF	WG			
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>				
TIEFE	ZZ	PARTNER:		
GRUNDZEIT	+EGZ	UNTERSCHRIFT:		
	TGZ			

Das Logbuch

### Kopfhaube

**Über den Kopf können 75% oder mehr des gesamten Wärmeverlustes stattfinden.** Deshalb sollten Kopfhauben bei Wassertemperaturen unter 21°C getragen werden.

Beim Kauf einer Kopfhaube sollte darauf geachtet werden, daß diese gut paßt. Sie darf auf keinen Fall zu eng sein.

Bei zu eng anliegenden Kopfhauben ist eine Blutzufuhr zum Gehirn über die beiden Halsschlagadern nicht mehr 100 % gewährleistet.



*Die Kopfhaube*



## Konsolen

Früher wurden alle einzelnen Instrumente am Handgelenk befestigt. Heute sind immer häufiger sog. Konsolen zu sehen. Sie fassen mehrere Instrumente, wie z.B. Finimeter, Tauchcomputer, Tiefenmesser und Kompass in einer Apparatur zusammen. Meist werden die Konsolen mittels eines kleinen Karabinerhakens am Jacket befestigt, so dass diese sich immer am selben Platz befinden und mit einem Griff erreichbar sind.



Die Konsole

## Drucklufttauchgerät / SCUBA

Das **Drucklufttauchgerät** besteht aus **Flasche** mit Ventil als Vorratsbehälter für hochkomprimierte Luft, **Atemregler**, **Tragegestell** und Sicherheitseinrichtungen wie **Reserveschaltung** und / oder **Finimeter**.

Die Mindestausstattung eines Drucklufttauchgerätes ist in der Europäischen Norm EN 250:1993 festgelegt.

## Tauchausrüstung

---

Das Drucklufttauchgerät wird auch als autonomes Leichttauchgerät mit Druckluft und offenem Kreislauf (SCUBA) bezeichnet.

**SCUBA** bedeutet **S**elf-**C**ontained **U**nderwater **B**reathing **A**pparatus. SCUBA ist die international gebräuchliche Abkürzung für das Tauchgerät

Wobei offener Kreislauf bedeutet, dass die Ausatemluft ohne Rückführung von der Dosiereinrichtung über das Ausatemventil in das Wasser abgegeben wird.



*Taucher mit SCUBA*

## Tauchanzüge

Tauchanzüge werden auch als **Kälteschutzanzüge** bezeichnet. Sie werden meist schon beim Schnorcheln mit ABC-Ausrüstung verwendet, vor allem aber beim

Gerätetauchen. Meist ist das Meer oder ein See an der Oberfläche angenehm warm, aber bereits in 2 bis 3 Metern Tiefe wird es deutlich kälter.

Von Sporttauchern werden heute verschiedene Anzüge verwendet: Nasstauchanzug, Halbtrockentauchanzug, Trockentauchanzug, Tropen-Anzug und Shorties.

Allgemein sollte ein Tauchanzug dem Taucher Schutz vor Kälte und Hautabschürfungen bieten, sowie Schädigungen der Haut durch Nesselgift oder Stachel verhindern.

### Nasstauchanzug

Unserem Körper wird die Wärme am schnellsten entzogen, wenn kaltes Wasser an unserer Haut vorbeiströmt. Benutzt man einen Nasstauchanzug, so kann das Wasser zwar in den Anzug eindringen, jedoch nicht mehr ungehindert an der Haut vorbeiströmen. Es bildet sich ein **Wasserfilm zwischen Haut und Anzug**, der in kurzer Zeit auf die Körpertemperatur erwärmt wird. Deshalb ist die Passform der Nasstauchanzüge der entscheidende Faktor. Ist der Anzug zu weit, ist der Wasseraustausch zu groß.

Die Nasstauchanzüge bestehen aus Neoprenzellschaum. Neopren ist ein gummiähnliches Material mit Gaseinschlüssen. Diese Gaseinschlüsse bilden eine Isolationsschicht und sind für die Wärmedämmung des Nasstauchanzuges verantwortlich. Mit zunehmender Tiefe nimmt jedoch die Dämmwirkung des Neoprens immer mehr ab, da dieses durch den größeren Druck in der Tiefe komprimiert wird. Die Gaseinschlüsse im Neopren sind auch dafür verantwortlich, dass der Tauchanzug Auftrieb hat. Daher muss der Taucher einen Bleigurt oder andere Gewichtssysteme tragen, um den Auftrieb auszugleichen.

Die Dicke eines Nasstauchanzuges sollte zwischen 3 bis 8 mm betragen. Für unsere Gewässer sind 6 bis 7 mm empfehlenswert.

Beim Nasstauchanzug kann man zwischen Jacke mit Hose und dem Overall unterscheiden.

Die Jacke sollte möglichst eng sitzen, um eine optimale Wärmedämmung zu gewährleisten. An der Jacke sollte sich eine Kopfhaube befinden. Die Hose umschließt zusätzlich den Oberkörper.

Sogenannte Overalls bestehen nur aus einem Teil und haben eine geringere Dämmwirkung.



*Der Nasstauchanzug*

### **Halbtrocken-Neoprenanzüge**

Halbtrockene-Neoprenanzüge sind ein Kompromiss zwischen dem Nass- und dem Trocken-Tauchanzug. Halbtrockene haben an Armen und Beinen sog. **Dichtmanschetten**. Dadurch erreichen diese eine weitgehende Wasserdichtigkeit und gute Isolation. Die Wärmeisolation ist ca. 30% besser als die eines Nasstauchanzugs.

### **Der Trockentauchanzug**

Trockentauchanzüge sind sog. **Konstantvolumenanzüge**. Konstantvolumenanzüge erlauben das Einlassen von Luft in den Anzug, wobei das Volumen in jeder Tiefe konstant gehalten wird. Man unterscheidet nun verschiedene Materialien. Bei **Neoprenanzügen** sollte die Dicke mindestens 7 mm betragen, dies hat den Vorteil einer guten Wärmeisolierung. Dagegen sind schlechte Beweglichkeit und großer Auftrieb von Nachteil.

**Gummianzüge** erlauben eine relativ große Bewegungsfreiheit und haben einen geringen Auftrieb. Von Nachteil ist allerdings die geringe Wärmedämmung, infolgedessen ist dicke wärmende Unterziehwäsche empfohlen. Weiterhin gibt es **Membran-Trockentauchanzüge**, sie sind meist aus Nylon mit einer wasserdichten Beschichtung aus Polyurethan hergestellt. Das Material allein schützt wenig vor Kälte. Der Auftrieb ist gering. Membran-Trockentauchanzüge sind eher für wärmeres Wasser geeignet.



*Der Trockentauchanzug*

Zur Ausstattung aller Trockentauchanzüge gehören ein Lufteinlassventil mit Inflatorschlauch, ein Luftauslassventil, Dichtmanschetten an Hals (Gesicht) und Handgelenken, Füßlinge (Stiefel) und ein gasdichter Reißverschluss.

### **Tropen-Overall**

Tropen-Overalls bieten nur einen geringen Kälteschutz und werden deshalb, wie der Name schon sagt, in tropischen und sehr warmen Gewässern verwendet. Sie bieten zudem einen Schutz gegen Hautabschürfungen. Tropen-Overalls sind aus elastischem, widerstandsfähigem Material hergestellt.



*Der Tropen-Overall*

### **Shorties**

Shorties sollten nur in sehr warmen Gewässern (oberhalb 27 °C) verwendet werden. Sie werden oft für Tauchgänge in geringeren Tiefen oder auch zum Schnorcheln verwendet. Sie bieten nur einen geringen Kälteschutz im Bereich des Körperrumpfes.



*Shorties*

### Tiefenmesser

Ein unentbehrliches Instrument für jeden Taucher und Tauchgang ist der Tiefenmesser. Er gibt die **aktuelle Tiefe** und die **tiefste Stelle des Tauchgangs** mittels eines **Schleppzeigers** an. Durch die Tiefe bestimmen sich mögliche Dekompressionsstops und die Zeiten, die zwischen mehreren Tauchgängen liegen. Tiefenmesser müssen eine gute Ablesbarkeit im Bereich der Dekompressionsstufen bieten. Weiterhin sollte er eine möglichst gespreizte Skala aufweisen. Die maximale Fehlertoleranz sollte in allen Bereichen nicht mehr als 5% betragen.



*Der Tiefenmesser*

Man unterscheidet:

### **a) Den Boyle-Mariotteschen Tiefenmesser**

Der Boyle-Mariottesche Tiefenmesser ist ein kreisförmig gebogenes, auf der einen Seite geöffnetes, auf der anderen verschlossenes, luftgefülltes Röhrchen, das sich bei zunehmendem Wasserdruck (also beim Tiefertauchen) mit Wasser füllt. Nach dem Gesetz von Boyle-Mariotte ist die Luftmenge die im Röhrchen eingeschlossen ist bei 10 m nur noch halb so groß, bei 20 m nur noch ein Drittel so groß usw..

### **b) Der Rohrfedertiefenmesser**

Ein bogenförmiges Röhrchen aus federndem Metall (Bourdon-Rohr) wird mit dem vorhandenen Wasserdruck belastet. Dadurch streckt oder krümmt sich das Rohr und die Bewegung wird auf einen Zeiger übertragen. Der Rohrfedertiefenmesser ist recht genau, besonders in der Tiefe.

### **c) Membrantiefenmesser**

Der Druck wirkt auf eine flexible Metalldose. Die Bewegungen werden auf einen Zeiger übertragen. Membrantiefenmesser funktionieren besonders in geringen Tiefen genau.

### **d) Digitale Tiefenmesser**



Digitale Tiefenmesser sind in den letzten Jahren verstärkt im Tauchsport zu finden. Sie besitzen eine sehr große Genauigkeit.

## Tauchtabelle

Tauchtabeln sind auch heute noch, im Tauchcomputerzeitalter, unersetzliche Begleiter. Jeder Tauchbeginner lernt mit einer Tauchtabelle umzugehen.

Die Tauchtabelle berechnet einen Tauchgang wesentlich konservativer als es der Tauchcomputer tut. Dadurch ist ein erhöhter Sicherheitsfaktor gewährleistet. Gerade unerfahrene Taucher sollten besser mit der Tabelle ihre Tauchgänge berechnen, als sich nur auf den Computer zu verlassen.

Da Tauchtabeln im Gegensatz zum Tauchcomputer eine wesentlich geringere Investition darstellen ist jeder Taucher zu Anfang mit einer Tabelle gut bedient. Auch erfahrene Taucher dürfen das „Tabellenrechnen“ nicht verlernen. Fällt einmal der Computer unter Wasser aus, so sollte die Tabelle in der Jackettasche stecken und der Tauchgang mit Hilfe der Tabelle auch sicher zu Ende geführt werden können.

Tauchtabeln sollten aus Plastik, übersichtlich und gut lesbar sein. Sie sollten unzerbrechlich und während des Tauchens mitgeführt werden können.

The image shows a PADI Recreational Dive Planner table. It is a grid with depth in meters on the vertical axis (10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40) and time in minutes on the horizontal axis (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100). The table is color-coded with blue and white cells. A diagonal line is drawn across the table, and a blue arrow points downwards from the top right towards the bottom left, indicating the direction of the dive profile.

The image shows another PADI Recreational Dive Planner table, similar to the one on the left. It is a grid with depth in meters on the vertical axis (10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40) and time in minutes on the horizontal axis (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100). The table is color-coded with blue and white cells. A blue arrow points downwards from the top right towards the bottom left, indicating the direction of the dive profile.

Die Tauchtabelle von PADI – der Recreational Dive Planner

### Tauchlampen / Unterwasserlampen

Tauchlampen werden auch in tropischen Gewässern verwendet, da ab einigen Metern die Farben verblassen und rot ab ca. 10 m nicht mehr zu sehen ist. Unterwasserlampen sind ein Pflichtausrüstungsgegenstand beispielsweise bei Nacht- Höhlen- und Wracktauchgängen.

Aus Sicherheitsgründen sollte jeder Taucher neben seiner Hauptlampe oder Primärlampe noch eine kleinere Ersatzlampe bzw. Reservelampe mit sich führen, um bei Ausfall der ersten Lampe, noch sicher auftauchen zu können.



*Taucherlampen*

### Taucheruhr

Wichtig bei Taucheruhren ist der einstellbare **Tauchzeitring**, der bei jeder Einstellung einrastet und nur **entgegen dem Uhrzeigersinn** verdrehbar sein sollte; er muß auch mit Tauchhandschuhen zu betätigen sein. Weitere Kriterien sind die Druckfestigkeit der Automatik oder Quarzuhr, die gute Ablesbarkeit, das kratzfeste Glas, das Leuchtzifferblatt und ein verstellbares oder elastisches Armband.



### *Die Taucheruhr*

Taucheruhren werden heute wenig zum Tauchen, mehr zum täglichen Gebrauch verwendet. Bevor es Tauchcomputer gab, waren Taucheruhren eines der wichtigsten Messinstrumente.

Es sollte aber bedacht werden, dass Tauchcomputer mit Batterie betrieben werden und diese oftmals die schlechte Angewohnheit haben im ungünstigsten Moment ihren Geist aufzugeben.

Bei Ausfall des Tauchcomputers also ist die Taucheruhr ein unersetzliches Instrument, um den Tauchgang sicher zu beenden.

Deshalb ist es in der Anfängerausbildung wichtig, mit der Taucheruhr umgehen zu lernen.

## **Tauchermesser**

Tauchermesser dienen als Werkzeug, um z.B. einen Taucher, der sich in einem Netz oder einer Leine verfangen hat, zu befreien.

Eine rostfreie Klinge mit einem scharfen Schneideteil und einem Stück Wellenschliff sollten verletzungs- und verlustsicher in der Beinscheide mitgeführt werden.



*Tauchermesser*

## Taucherflagge

Die Taucherflagge hat eine Größe von ca. 30\*40 cm. Sie sollte vor dem Tauchgang am Schiff oder an einer Taucherboje angebracht werden. Sie dient dazu zu signalisieren: **„Achtung, hier sind Taucher im Wasser“**. Damit werden nicht nur die Taucher gesichert, sondern auch die Schifffahrt gewarnt.

Die in Deutschland übliche Taucherflagge „Taucher im Wasser“ ist ein weiß-blauer Wimpel.



## Tauchcomputer / Dekompressiometer

Tauchcomputer arbeiten mit großer Genauigkeit und Zuverlässigkeit. Sie sind in den 80iger Jahren auf den Markt gekommen. Die anfängliche Skepsis der Taucher damals ist heute verschwunden. Der Tauchcomputer ist kaum mehr wegzudenken.

Tauchcomputer arbeiten mit Mikroprozessoren. Sie liefern eine ständige Analyse des Tauchgangsprofils. Dadurch ist es möglich ein Dekompressionsprogramm zu

errechnen. Weiterhin zeigen Sie die **aktuelle Tauchtiefe** und **Tauchzeit** und die **Maximaltiefe** an.

Tauchcomputer errechnen auch die notwendigen **Dekompressionsstops**. Sie zeigen die Tiefe und die Zeit an auf der dekompriert werden muss. Weiterhin warnen sie mit einem **akustischem Signal** über ein zu schnelles Auftauchen.

Neuere **Tauchcomputer** berücksichtigen ständig die Daten des Tauchganges mit denen des individuellen Verhaltens des Tauchers, z.B. die Arbeitsbelastung, die Abkühlung und den Luftverbrauch.

Das Tauchen mit Computer darf aber nicht dazu führen die Grenzen auszureizen. Jeder Mensch hat eine unterschiedliche Tagesform. Diese Tagesform entscheidet mit unter auch über die individuelle Sättigungstoleranz gegenüber Stickstoff.

Ein Tauchcomputer darf weder von 2 Tauchern gleichzeitig benutzt werden, noch nach dem ersten Tauchgang an den Partner übergeben werden. 2 Tauchpartner, die zwar den selben Tauchgang zusammen unternommen haben, haben dennoch kein identisches Tauchgangsprofil. Vielleicht hat ein Taucher etwas länger an einem Fischschwarm gewartet und ist dadurch 1-2 m über einige Zeit tiefer gewesen.

Nach dem Tauchgang liefern Tauchcomputer Informationen über die notwendige Wartezeit, die bis zum nächsten Flug erforderlich ist.

Neuere Tauchcomputer können an den PC angeschlossen und so die Tauchgangsdaten übertragen werden.



*Der Tauchcomputer*

### **Verbindungsleine (Buddy-Leine)**

Bei schlechter Sicht ist eine Buddy-Leine von Vorteil. Sie ist eine Verbindungen zwischen zwei Tauchern. Diese muss an beiden Enden mit einer nicht zuziehenden Schlaufe versehen sein. Die Buddy-Leine ist ca. 1 –2 m lang und 6-8 mm stark.

# Tauchmedizin

## INHALTSVERZEICHNIS

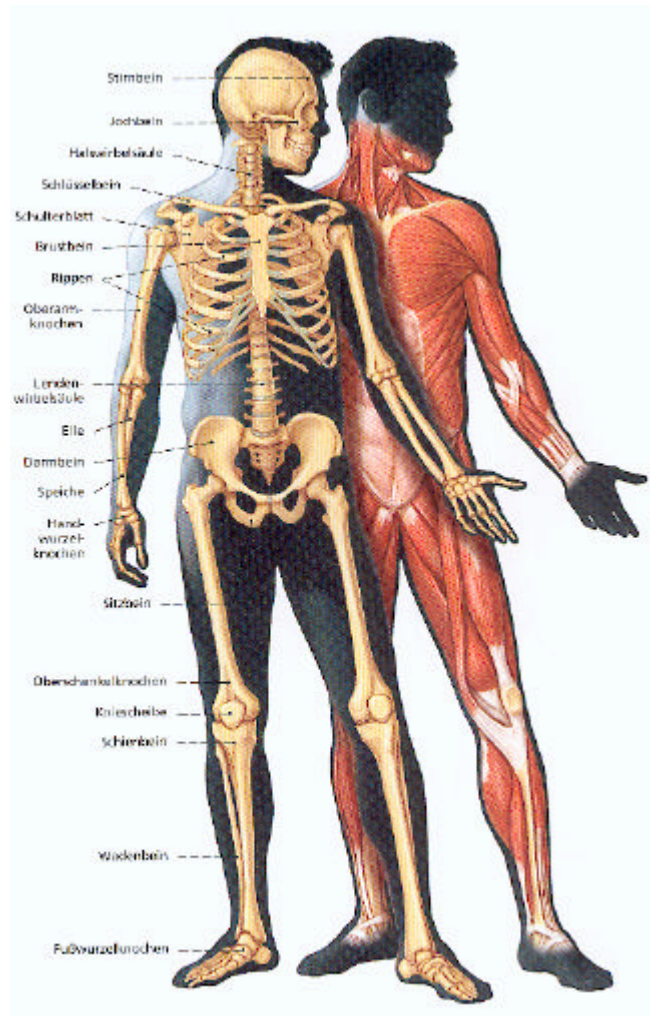
<b>EINFÜHRUNG</b>	<b>3</b>
<b>DAS AUGE</b>	<b>4</b>
Sehen unter Wasser	4
<b>DIE OHREN</b>	<b>6</b>
<b>Anatomie der Ohren</b>	<b>6</b>
<i>Das Ohr</i>	7
<i>Äußeres Ohr</i>	7
<i>Mittelohr</i>	7
<i>Innenohr</i>	7
<b>Der Druckausgleich</b>	<b>8</b>
<i>Druckausgleichsprobleme</i>	8
<b>Hören unter Wasser</b>	<b>8</b>
<i>Lagesinn und Orientierungsfähigkeit</i>	9
<i>Orientierung unter Wasser</i>	9
<b>DIE NASENNEBENHÖHLEN</b>	<b>10</b>
<b>DAS HERZ</b>	<b>11</b>
<b>Anatomie</b>	<b>11</b>
<b>Funktionsweise des Herzens</b>	<b>12</b>
<i>Automatie des Herzens</i>	13
<i>Die Herzfrequenz</i>	13
<i>Herznerven</i>	13
<i>Schlagvolumen</i>	13
<i>Herzzeitvolumen</i>	14
<i>Herzmechanik</i>	14
<i>Blutdruck</i>	14
<b>Besonderheiten</b>	<b>14</b>
<i>Foramen ovale</i>	14
<i>Der Tauchreflex</i>	15
<b>DER WÄRMEHAUSHALT</b>	<b>15</b>
<b>Aufenthalt im Wasser</b>	<b>16</b>
<i>Hyperthermie</i>	17
<i>Hitzschlag</i>	17
<i>Hitzekollaps</i>	17
<i>Hitzeerschöpfung</i>	18
<b>SPEZIELLE ERKRANKUNGEN</b>	<b>19</b>
<b>Medikamente beim Tauchen</b>	<b>19</b>
<b>Rauchen</b>	<b>19</b>

<b>Alkohol</b>	<b>19</b>
<b>Opiate, Kokain, Extasy, LSD</b>	<b>19</b>
<b>TAUCHSPEZIFISCHE ERKRANKUNGEN</b>	<b>20</b>
<b>Barotraumen</b>	<b>20</b>
<b>Umkehrblockierung</b>	<b>20</b>
<i>Barotrauma der Nasennebenhöhlen</i>	20
<i>Barotrauma des Mittelohrs</i>	21
<i>Trommelfellriss</i>	21
<i>Barotrauma des Innenohrs</i>	21
<i>Ohrenstöpsel</i>	22
<i>Barotrauma des Gehörgangs</i>	22
<i>Barotrauma der Zähne</i>	23
<i>Barotrauma der Augen</i>	23
<i>Barotrauma der Haut</i>	24
<i>Barotrauma des Verdauungstrakts</i>	24
<b>Barotrauma der Lunge</b>	<b>24</b>
<i>Lungenbarotrauma beim Schnorcheltauchen</i>	24
<i>Lungenüberdehnungsverletzungen beim Gerätetauchen</i>	24
<b>Luftembolie</b>	<b>25</b>
<b>Pneumothorax (Lungenkollaps)</b>	<b>26</b>
<b>Mediastinalempysem</b>	<b>26</b>
<b>Subkutanes Emphysem</b>	<b>27</b>
<i>Lungenüberdehnungsverletzungen und Rauchen</i>	27
<b>Behandlung von Lungenüberdehnungsverletzungen</b>	<b>27</b>
<b>Stimmritzenverschluss</b>	<b>28</b>
<b>Seekrankheit</b>	<b>28</b>
<b>Drehschwindel (Vertigo)</b>	<b>28</b>
<b>Dekompressionskrankheit (Caissonkrankheit)</b>	<b>28</b>
<i>Haut-Dekompressionskrankheit</i>	30
<i>Gelenk- und Glieder-Dekompressionskrankheit</i>	30
<i>Neurologische Dekompressionskrankheit</i>	30
<i>Lungen-Dekompressionskrankheit</i>	31
<i>Behandlung von Dekompressionskrankheiten</i>	31
<b>Stickstoffvergiftung (Tiefenrausch / Stickstoffnarkose)</b>	<b>32</b>
<b>Kohlendioxidvergiftung</b>	<b>33</b>
<b>Essoufflément</b>	<b>33</b>
<b>Kohlenmonoxidvergiftung</b>	<b>33</b>
<b>Sauerstoffvergiftung</b>	<b>34</b>

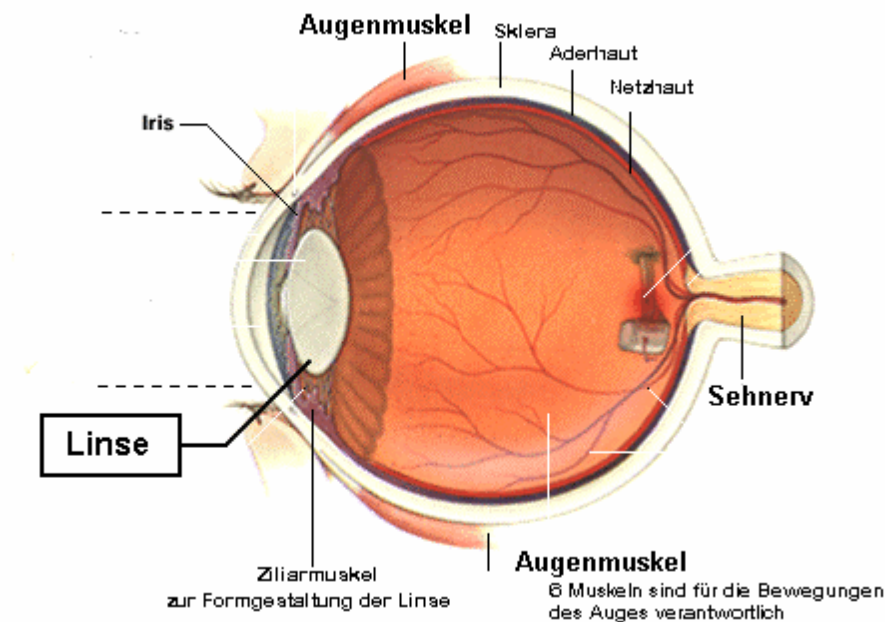


### Einführung

Die Tauchmedizin behandelt die Einflüsse auf den menschlichen Organismus, die während des Aufenthalts im Wasser auftreten können. Dazu muss der Taucher Grundkenntnis z.B. über Blutkreislauf, Atmung und Verhalten von im Körper gelösten Gasen besitzen. Das medizinische Grundwissen ist für den Taucher ein unverzichtbarer Sicherheitsfaktor.



## Das Auge



Für das Sehen ist außer Linse und Netzhaut, auf die das Bild projiziert wird, auch eine Vielzahl kleiner Augenmuskeln von Bedeutung. Sie bewegen das Auge in verschiedene Richtungen, regulieren die einfallende Lichtmenge und krümmen die Linse, so dass ein scharfes Bild entsteht.

### Sehen unter Wasser

Das menschliche Auge ist nicht für das Sehen unter Wasser geeignet, nur für das Sehen an der Luft. Erst durch die Tauchermaske ist es möglich Gegenstände unter Wasser klar zu erkennen.

Der Effekt, dass ein Gegenstand oder Lebewesen unter Wasser näher erscheint, entsteht durch die Lichtbrechung. Bei Übertritt von der Luft in das Wasser oder umgekehrt verändert ein schräg einfallender Lichtstrahl seine Richtung.



*Ein schräg einfallender Lichtstrahl verändert beim Übertritt in Wasser seine Richtung*

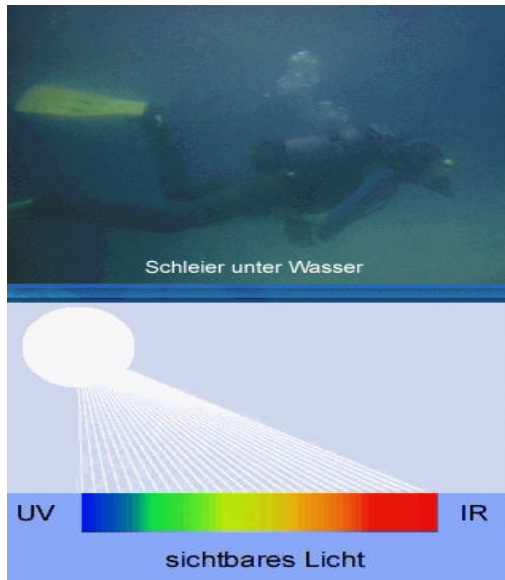
Dadurch erscheinen alle Gegenstände im Wasser um  $\frac{1}{3}$  vergrößert und um  $\frac{1}{4}$  näher.



*Durch die Tauchermaske erscheinen Gegenstände um  $\frac{1}{3}$  vergrößert und um  $\frac{1}{4}$  näher*

Auch die Farben erscheinen unter Wasser verändert.

Die Ursache für diese Farbveränderung ist die Schwächung (**Absorption**) des Lichtes unter Wasser. Je tiefer getaucht wird, desto mehr Licht wird durch das Wasser absorbiert. Rotes Licht wird dabei stärker absorbiert als blaues. Rotes Licht ist so in einer Tiefe von etwa 10 Metern kaum noch zu erkennen.



*Das Licht wird durch das Wasser absorbiert, so dass die Farben (zuerst rot) mit der Zeit verschwinden*

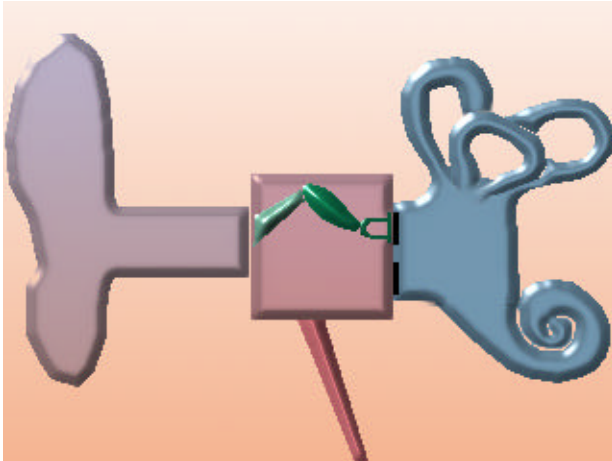
## Die Ohren

Für den Taucher sind die Ohren eines der wichtigsten Organe. Deshalb sind die Ohren in einer tauchsportärztlichen Untersuchung unbedingt einzubeziehen.

### Anatomie der Ohren

Das Ohr wird in drei Anteile unterteilt:

Das Äußere Ohr, Mittelohr und Innenohr.



*Das Ohr*

### **Äußeres Ohr**

Es besteht aus der Ohrmuschel und dem Gehörgang. Das Trommelfell trennt das äußere Ohr vom Mittelohr. Das Trommelfell überträgt die Schallschwingungen auf die Gehörknöchelchen im Mittelohr.

### **Mittelohr**

Das Mittelohr ist luftgefüllt und ist mit dem Nasen-Rachen-Raum durch die **Eustachische Röhre** (auch **Ohrtube** genannt) verbunden. Im Normalzustand ist diese Verbindung geschlossen. Beim Schlucken, Gähnen oder Kauen wird diese kurz geöffnet, um einen Luftaustausch im Mittelohr zu gewährleisten.

Die Schallübertragung erfolgt vom Trommelfell, über die Gehörknöchelchen (Hammer, Amboß und Steigbügel) auf die Fußplatte des Steigbügels.

### **Innenohr**

Das Innenohr ist mit einer Flüssigkeit (**Endolymphe**) gefüllt und ist mit einem Rohrsystem durchzogen, das sich in den drei Richtungen des Raumes verlaufenden Bogengänge aufgliedert.

Im Innenohr ist das **Hörorgan**, in der Schnecke und den Bogengängen das **Gleichgewichtsorgan** lokalisiert. Haarzellen nehmen Informationen akustischer Art, sowie Informationen über Lage und Bewegung im Raum auf. Der Gleichgewichtsnerv und der Hörnerv leiten diese Informationen an das Gehirn weiter.

## **Der Druckausgleich**

Der Druckausgleich wird in eine aktive und eine passive Methode unterschieden. Der Aktive Druckausgleich wird mit der **Valsalva-Methode** durchgeführt. Hierbei werden Nase und Mund geschlossen und versucht über die verschlossene Nase auszuatmen, indem man mit zwei Fingern die Nasenflügel zuhält. Der erzeugte Überdruck im Nasen-Rachen-Raum führt zu einer Öffnung der Tuben und einem Einpressen von Luft in den Mittelohrbereich.

Der Passive Druckausgleich wird durch bewusstes Schlucken, Kauen oder Gähnen durchgeführt.

Von den meisten Tauchern wird die Valsalva-Methode bevorzugt, um den Druckausgleich durchzuführen.

### ***Druckausgleichsprobleme***

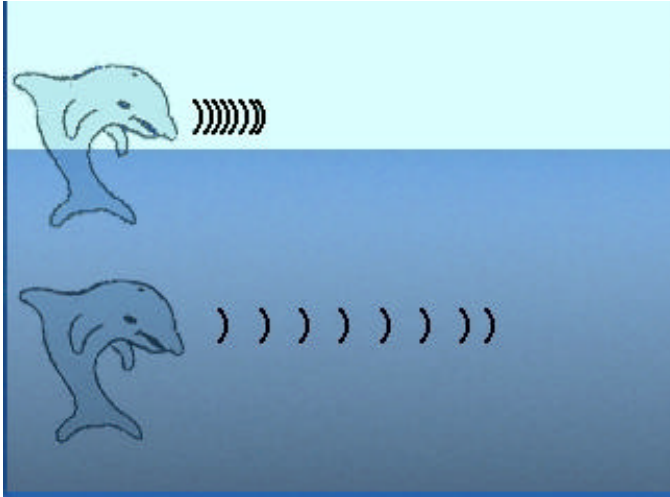
Probleme mit dem Druckausgleich können dann auftreten, wenn Erkältungen mit Schleimhautschwellungen im Nasen-Rachen-Raum vorliegen.

Der Druckausgleich kann auch nicht funktionieren, wenn die Druckdifferenz zwischen Mittelohr und Nasen-Rachen-Raum zu groß ist.

## **Hören unter Wasser**

Da die Schallwellen unter Wasser etwa viermal schneller als an der Luft transportiert werden, ist es für den Taucher fast unmöglich Schallquellen in Form von Richtung und Entfernung zu orten.

Daraus entsteht das Problem, dass der Taucher mögliche Gefahren, die z.B. von fahrenden Motorbooten ausgehen, nicht orten kann.



*Schallwellen unter Wasser werden viermal schneller transportiert*

### **Lagesinn und Orientierungsfähigkeit**

Im Innenohr sind die beiden Gleichgewichtsorgane lokalisiert. Sie geben uns statische und dynamische Orientierungshilfen.

Die statischen und dynamischen Informationen laufen im ZNS (zentralen Nervensystem) zusammen. Diese Informationen werden mit denen der beiden Augen und den Sensoren der Haltemuskulatur verglichen.

### **Orientierung unter Wasser**

Unter Wasser ist die Orientierung schwieriger als an Land. Die Informationen die von den Augen an das ZNS weitergeleitet werden, sind wesentlich spärlicher (geringere Sichtweiten unter Wasser). Die Sensoren der Haltemuskulatur liefern nur wenig „Brauchbares“, da sich der Taucher im Wasser befindet und in diesem Element sich die Druckverhältnisse auf die Muskulatur und die Körperhaltung anders ausprägen. Eine besondere Schwierigkeit für das ZNS beim Tauchen ist, dass sich der Taucher in einem dreidimensionalen Raum bewegt. Dies kann anfangs zu Störungen und Schwindel während des Tauchens führen. Nach einigen Tauchgängen hat das ZNS „gelernt“ und der Taucher genießt das Schweben im dreidimensionalen Raum.

## Die Nasennebenhöhlen

Die Nasennebenhöhlen sind luftgefüllte Hohlräume im Schädel. Sie haben eine Verbindung zum Nasen-Rachen-Raum. Ihre Aufgaben ist das Anfeuchten, Erwärmen und Reinigen der Atemluft und sie dienen als Resonanzraum für die Stimme.

Die Nasennebenhöhlen unterteilen sich in:

- **Kieferhöhlen**
- **Stirnhöhlen**
- **Keilbeinhöhle**
- **Siebbeinhöhle**



*Die Nasennebenhöhlen*



## Das Herz

### Anatomie

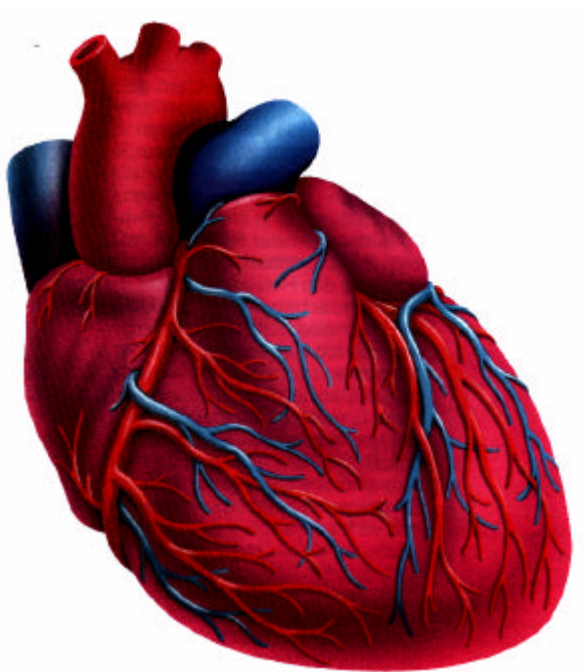
Das Herz liegt im Brustkorb (Thorax) eingebettet. Es ist ein ca. faustgroßer, ermüdungsresistenter Hohlmuskel. Das Herz besteht aus 4 Hohlräumen:

- rechter Vorhof
- rechte Kammer
- linker Vorhof
- linke Kammer

Beide Vorhöfe liegen oberhalb, die beiden Kammern unterhalb der Vorhofkammergrenze, die auch **Atrio-Ventrikular-Ebene** genannt wird. Zwischen den Vorhöfen befindet sich die Vorhoftrennwand, zwischen den Kammern die Kammertrennwand.

Das Herz liegt in einem Bindegewebesack, dem **Herzbeutel**.

Die Ernährung erfolgt über ein eigenes Gefäßsystem, das man Herzkranzgefäße oder **Coronargefäße** nennt.

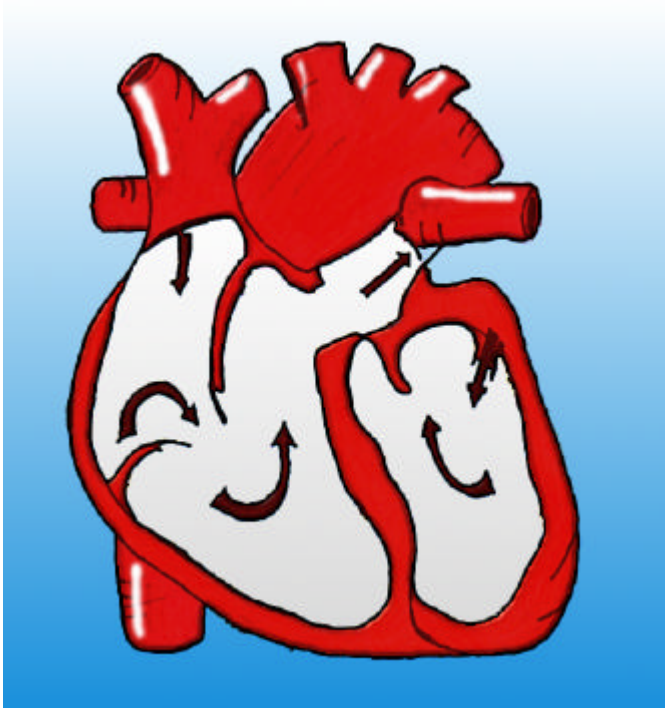


*Das Herz*

## Funktionsweise des Herzens

Das Herz wird grob in eine linke und rechte Hälfte unterteilt. Die linke Herzkammer pumpt während der Kontraktion Blut in die **Aorta**, von der viele Arterien in die einzelnen Organe führen. Diese verzweigen sich weiter zu **Arteriolen** und **Kapillaren**. In den Kapillaren findet die Sauerstoff- und Nährstoffabgabe aus dem Blut an die Gewebe, sowie die Kohlendioxid- und Schlackstoffaufnahme in das Blut aus den Körpergeweben statt.

Von hier aus gelangt das Blut über die **Venolen** in die **kleinen Venen**, dann in die großen **Venen** und schließlich über **Hohlvenen** durch den rechten Vorhof in die rechte Herzkammer. Durch Kontraktion der rechten Herzkammer wird das Blut durch die **Lungenschlagader** in die **Lungenarterien** und **Lungenkapillaren** gepumpt. Hier findet die Sauerstoffaufnahme, sowie die Kohlendioxidabgabe statt. Das mit Sauerstoff angereicherte Blut wird über die Lungenvenen wieder in den linken Vorhof und schließlich in die linke Herzkammer transportiert. Ab hier beginnt der Kreislauf von vorne.



*Funktionsweise des Herzens (schematische Darstellung)*

Verschiedene Körpergewebe werden unterschiedlich stark durchblutet. Gehirngewebe wird im Gegensatz zum Fettgewebe ca. 50 mal mehr durchblutet. Alle Gewebe werden durch kleinste Haargefäße (Kapillaren) versorgt.

### ***Automatie des Herzens***

Elektrische Erregungen sind für die Kontraktion der Herzmuskulatur verantwortlich. Die Erregungsbildung erfolgt im **Sinusknoten** rhythmisch in einer Frequenz von ca. 60 – 90 Impulsen pro Minute.

### ***Die Herzfrequenz***

Die ca. 60 – 90 Impulse des Sinusknotens werden weitergeleitet und es kommt zu ebensovielen rhythmischen Kontraktionen. Die Anzahl dieser Kontraktionen, der Herzschläge pro Minute, wird als **Herzfrequenz** bezeichnet. Durch körperliche Belastungen oder sportliche Betätigungen kann die Herzfrequenz bis auf über 200 Schläge pro Minute steigen.

### ***Herznerven***

Die autonome Herztätigkeit wird durch Herznerven reguliert. Die Herznerven gehören zum vegetativen Nervensystem und lassen sich in **Sympathicus** und **Parasympathicus** unterteilen. Der Sympathicus fördert (erhöht) die Herzfunktion, während der Parasympathicus einen hemmenden Einfluss auf die Herzfunktion ausübt.

Über diese Herznerven kann sich das Herz an unterschiedliche Förderleistung und damit verbunden an einen unterschiedlich hohen Sauerstoffbedarf des Organismus anpassen.

Ohne Einfluss der Herznerven hätte das menschliche Herz eine Frequenz von 100 – 120 Schlägen pro Minute.

### ***Schlagvolumen***

Das Schlagvolumen des Herzens wird in ml gemessen und beträgt in Ruhe ca. 70 – 100 ml Blut.

### ***Herzzeitvolumen***

Das Herzzeitvolumen ist diejenige Blutmenge, die das Herz pro Minute fördert. In Ruhe ist das ca. 5 – 7 l/min, das sich bei Belastung auf 20 – 50 Liter (je nach Trainingszustand) steigern kann.

### ***Herzmechanik***

Das Herz arbeitet im Prinzip wie eine Druck-Saug-Pumpe. Nach der Kontraktion (Blutauswurf) aus den Kammern muss sich das Herz wieder ausreichend mit Blut füllen. Man unterscheidet im Herzzyklus die Kontraktionsphase auch **Systole** genannt und die Erschlaffungs- oder Füllungsphase, auch als **Diastole** bezeichnet.

### ***Blutdruck***

Der Blutdruck wird nach Riva-Rocci (RR) gemessen. Hierdurch wird der arterielle Blutdruck während der Kontraktionsphase des Herzens (Systole) und während der Erschlaffungsphase (Diastole) bestimmt. Durchschnittliche Blutdruckwerte sind 120 mmHg / 80-90 mmHg.

### **Besonderheiten**

#### ***Foramen ovale***

Das Foramen ovale, welche eine Verbindung vom rechten zum linken Vorhof darstellt, schließt sich normalerweise nach dem Embryonalstadium. Bei den meisten Menschen vernarbt das Foramen ovale komplett. Bei etwa einem Drittel aller Menschen besteht aber auch weiterhin über ein unvollständig geschlossenes Foramen ovale die Möglichkeit zum Blutaustausch zwischen beiden Vorhöfen.

Es kommt zum Blutübertritt vom linken zum rechten Vorhof, da der Blutdruck im linken Herz deutlich über dem des rechten Herzens liegt.

Dies ist für Taucher von Bedeutung. Das beim Auftauchen entstehende Gas muss vom Körper abgeführt werden. Die Gasbläschen erreichen mit dem venösen Blut die rechte Herzkammer, gelangen dann in die Lunge und werden abgeatmet. Bei Tauchern mit einem offenen Foramen ovale gelangt beim Abführen der Gasbläschen ein gewisser Teil davon direkt in das arterielle System und von dort in die Hirngefäße, wo sie zu kleinen Embolien führen können.

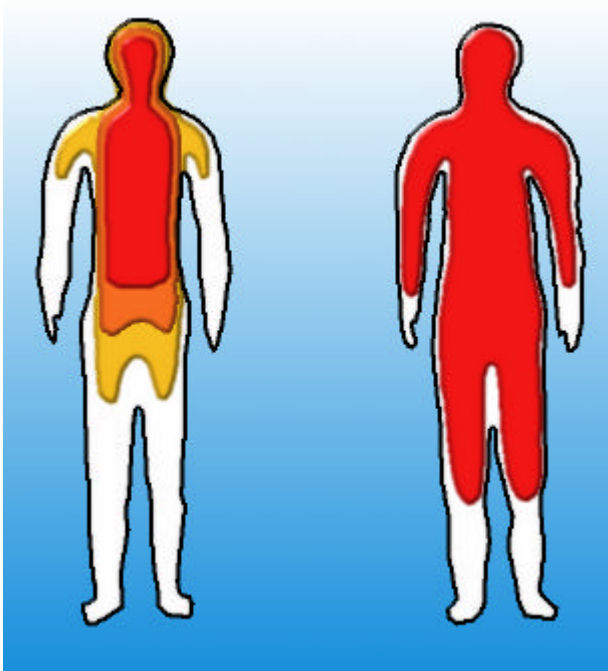
### **Der Tauchreflex**

Der Tauchreflex ermöglicht es im Wasser lebenden Tieren den Energieverbrauch des Körpers zu senken und umso länger und tiefer tauchen zu können. Beim Abtauchen kommt es zu einer Verlangsamung der Herzfrequenz um bis zu 50 Prozent. Es können nur noch die lebensnotwendigen Organe mit Sauerstoff und Blut versorgt werden.

Beim Menschen ist der Tauchreflex noch ansatzweise erkennbar. Es kommt auch hier zu einer Verlangsamung des Herzschlages. Bei Menschen ist der Tauchreflex temperaturabhängig und besonders in kaltem Wasser ausgeprägt.

### **Der Wärmehaushalt**

Der Mensch gehört zu den Lebewesen, die ihre Körpertemperatur weitgehend unabhängig von äußeren Temperaturunterschieden gleichbleibend konstant halten können. Dies nennt man auch **homoiotherm** ( $\Leftrightarrow$  **poikilotherm**). Allerdings gilt dies nur für den **Körperkern**, der das Innere des Rumpfes und den Kopf beinhaltet. Dieser Körperkern hat eine konstante Temperatur von ca. 37<sup>0</sup> C.



*Der Wärmehaushalt (links: Unterkühlung; rechts: Normalverteilung der Wärme)*

Der Körper produziert ständig Wärmeenergie um zu überleben. In Ruhe werden ca. 70% im Körperkern und ca. 17% in der Muskulatur produziert. Die Wärmeproduktion steigt bei körperlicher Arbeit erheblich an. Die Wärmeabgabe erfolgt über die Oberflächen des Körpers; wir schwitzen.

Durch eine Steigerung des Muskeltonus (ohne nach außen hin sichtbare Bewegungen) kommt es zur vermehrten Wärmebildung. Sinkt die Umgebungstemperatur ab, so kommt es zum sog. **Kältezittern**. Während des Kältezitterns kann die Sauerstoffaufnahme bis um das 5fache ansteigen. Beim Kältezittern nimmt die Hautdurchblutung zu. Dadurch steigt die Hauttemperatur an, und es kommt zu einer vermehrten Wärmeabgabe an die Umgebung. Während des Kältezitterns ist die Willkürmotorik (die willentlich ausgeführten Bewegungen) gestört.

Durch entsprechende Kleidung kann der Mensch Umgebungstemperaturen von – 50°C bis +100°C kurzfristig tolerieren. Dagegen führen Körperkerntemperaturschwankungen von mehr als 4°C zu Einschränkungen der körperlichen und geistigen Leistungsfähigkeit. Extreme Temperaturen führen zum Zelltod.

### **Temperaturregelung**

Der Mensch besitzt Temperaturfühler, die die Körpertemperatur registrieren. Das **Temperaturregelzentrum** befindet sich im Hypothalamus. Weitere Temperaturfühler sind Wärme- und Kälterezeptoren der äußeren Haut. Mit besonders vielen Rezeptoren ausgestattet ist die Gesichtshaut.

### **Aufenthalt im Wasser**

Im Wasser ist eine Wärmeübertragung von der Haut an das Wasser mehr als 200 mal größer als an der Luft. Das lässt sich durch die 25 mal größere Wärmeleitfähigkeit von Wasser erklären. Die Folge davon ist, dass die Hauttemperatur absinkt und nach kurzer Zeit nur geringfügig oberhalb der Wassertemperatur liegt.

Die Abnahme der Körpertemperatur im Wasser erfolgt in Abhängigkeit von der Isolation des Tauchers durch seinen Anzug. Taucher leiden unter Wasser trotz

Temperaturen, die an der Luft sehr angenehm wären, an Wärmeverlust. Beispielsweise wird ein ungeschützter Taucher bei einer Wassertemperatur von 21<sup>0</sup> Celsius innerhalb weniger Minuten beginnen zu frieren.

Kühlt der Taucher zu sehr aus, sind im ersten Stadium kaum noch motorische Bewegungen möglich. Es folgen Anzeichen des Bewusstseinschwundes. Letzten Endes kommt es zum Tod durch Herzkammerflimmern.

### **Hyperthermie**

Hyperthermie ist ein Wärmestau. Durch extreme Wärmebelastung kann es zu einem Überschreiten der Wärmeabgabemechanismen kommen.

### **Hitzschlag**

Ursache eines Hitzschlages ist die Schädigung des Temperaturzentrums durch eine hohe Körperkerntemperatur. Die Schweißproduktion ist weitgehend eingestellt.

Anzeichen:

- Desorientierung
- Trockene Haut
- Bewusstlosigkeit

Zu erkennen ist ein Hitzschlag an einem kräftigen und schnellen Puls. Weiterhin ist die Haut gerötet und heiß.

Ein **Sonnenstich** ist eine Form des Hitzschlages, bei der die Wärmezufuhr durch Sonneneinstrahlung im Kopfbereich erfolgt.

Behandlung:

- Patient in den Schatten legen
- Haut mit Wasser befeuchten
- Luft zufächeln

### **Hitzekollaps**

Beim Hitzekollaps kommt es zum Kreislaufversagen mit Blutdruckabfall. Es kann bis zur Bewusstlosigkeit führen. Als Behandlung reicht meist eine Lagerung in kühler Umgebung mit Wasserzufuhr aus.

### **Hitzeerschöpfung**

Bei einer Hitzeerschöpfung handelt es sich um eine längerfristige Erhöhung der Körperkerntemperatur, die mit anderen Erkrankungen wie Durchfall einhergeht. Ein Taucher der unter einer Hitzeerschöpfung leidet hat einen schwachen und schnellen Puls, sowie eine schnelle und flache Atmung. Er schwitzt übermäßig und verliert viel Flüssigkeit. Symptome sind Schwäche und Übelkeit. Als Erstbehandlung gilt eine Flachlagerung und das Trinken von Elektrolytlösungen.

### **Hypothermie**

Hypothermie beinhaltet ein Absinken der Körperkerntemperatur. Die Kälteabwehrvorgänge sind überbeansprucht.

Allgemein ist bei Unterkühlung zu beachten den Patienten nicht zu bewegen, um eine Vermischung des kälteren Blutes mit dem wärmeren zu vermeiden. Dieser Effekt wird auch als **after-drop** bezeichnet und verstärkt die Gefahr eines Herzkammerflimmerns.

Wenn sich der Taucher plötzlich behaglich fühlt, da warmes Blut die Haut durchströmt, ist dies ein Anzeichen, dass der Taucher in einem unkontrollierten Maß Wärme verliert und seine Körperkerntemperatur sehr schnell absinkt.

Mit dem Absinken der Körperkerntemperatur geht eine Abnahme der geistigen Fähigkeiten einher. Der Taucher ist unkoordiniert und vergesslich, sowie schläfrig.

### **Was ist von allgemeinem Interesse?**

Frauen besitzen weniger Schweißdrüsen, ca. 1,8 Millionen, im Gegensatz zu Männern mit ca. 2,5 Millionen. Dafür weisen Frauen eine bessere Wärmeleitfähigkeit in heißer Umgebung auf als Männer.

Durch sportliche Aktivitäten können Flüssigkeitsverluste durch Schwitzen von mehreren Litern pro Stunde auftreten. Dabei verliert der Körper Wasser und Salz (Kochsalz NaCl). Beim Tauchen ist der Flüssigkeitsverlust im allgemeinen nicht so hoch. Dennoch ist der Verlust an Wasser und Salzen messbar. Daher sollte nach dem Tauchgang, sowie zwischen den Tauchgängen auf eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr geachtet werden. Diese sollte sich auf nichtalkoholische und nichtkoffeinhaltige Getränke beschränken.



### **Spezielle Erkrankungen**

#### **Medikamente beim Tauchen**

Bei Tauchen sollte auf Medikamentengebrauch verzichtet werden.

Natürlich gibt es Ausnahmen, die aber der Taucharzt genehmigen muss.

Bei der „Pille“ gibt es grundsätzlich keine Einschränkung der Tauchtauglichkeit.

#### **Rauchen**

Generell sollten Taucher nicht rauchen. Da es aber erhebliche Schwierigkeiten macht diese Sucht zu bekämpfen, sollten Raucher wenigstens vor dem Tauchgang unbedingt einige Stunden auf das Rauchen verzichtet werden.

Durch das Einziehen des Zigarettenrauches wird neben Nikotin auch Kohlenmonoxid in die Lunge transportiert. Durch Kohlenmonoxid wird ein Teil des Hämoglobins für den Sauerstofftransport blockiert. Weiterhin werden durch den Zigarettenrauch Mikropartikel in die Lunge befördert, die zu Reizerscheinungen (z.B. Bronchitis) und zur Verengung der Bronchien führen. Dadurch verkleinert sich der Bronchialröhrenquerschnitt, was letztendlich zu einer Überdehnung oder Riss des Lungengewebes führen kann. Raucher haben also ein höheres Risiko ein Lungenüberdruckbarotrauma zu erleiden.

#### **Alkohol**

Vor dem Tauchgang sollte mindestens acht Stunden kein Alkohol getrunken werden. War der Abend zuvor mit viel Alkoholgenuss versehen, so sollte beachtet werden, dass noch ein recht hoher Alkoholgehalt im Blut vorhanden sein könnte. Es sollte dann mindestens auf den morgendlichen Tauchgang verzichtet werden.

#### **Opiate, Kokain, Extasy, LSD**

Es versteht sich von selbst, dass bei Einnahme von Drogen, egal welcher Art, ein Tauchverbot besteht.

## Tauchspezifische Erkrankungen

### Barotraumen

Das Wort Barotrauma ist zusammengesetzt aus dem griechischen *tó trauma* = die Wunde und *tó báros* = die Schwere, das Gewicht.

**Barotraumen (Druckverletzungen) sind Schädigungen oder Funktionsstörungen des Körpers, die durch physikalische Druckdifferenzen hervorgerufen werden.** Barotraumen können in allen gas- oder luftgefüllten Hohlräumen auftreten. Jeder luftgefüllte Hohlraum ist während des Auf- und Abtauchens empfindlich gegenüber Barotraumen.

Barotraumen können beim Auf- und Abtauchen auftreten. Beim Abtauchen werden sie als **Squeeze** bezeichnet, beim Auftauchen als **Umkehrsqueeze** oder **Umkehrblockierung**.

### Umkehrblockierung

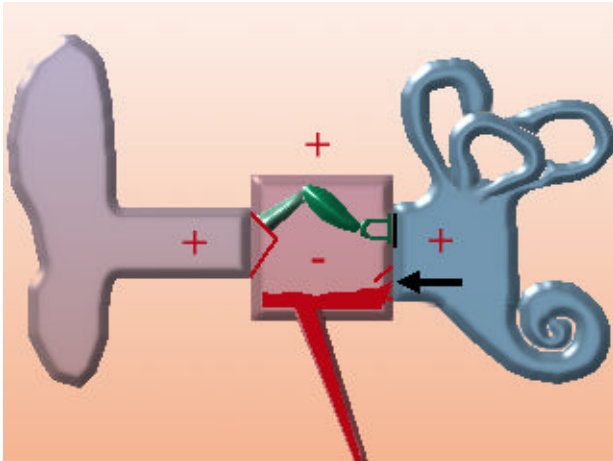
Bei einer Umkehrblockierung kann die Luft nicht mehr über die Eustachische Röhre entweichen. Eine Umkehrblockierung tritt meist bei Verwendung von Nasenprays zur Schleimhautabschwellung oder bei Allergien auf.

### ***Barotrauma der Nasennebenhöhlen***

Sowohl die Nasennebenhöhlen als auch die Verbindungsgänge sind mit einer Schleimhaut ausgekleidet. Im Normalfall funktioniert der Druckausgleich im Nasennebenhöhlenbereich automatisch. Bei Veränderungen, z.B. hervorgerufen durch eine Erkältung, wird der Druckausgleich nicht mehr automatisch durchgeführt. Es kommt zur Erhöhung des Umgebungsdruckes. Also wenn wir abtauchen, zu einem relativen Unterdruck, der zu einer Schwellung der Schleimhaut führt. Kann durch eine starke Schwellung der Schleimhaut kein Druckausgleich mehr hergestellt werden, so kann es zur Einblutung in die Nasennebenhöhle kommen bis der Druckausgleich durchgeführt ist.

### **Barotrauma des Mittelohrs**

Durch eine Erkältung mit Schleimhautschwellung im Bereich der Eustachischen Röhre kann es zu einem Mittelohr-Barotrauma kommen. Der Taucher verspürt Schmerzen. Es kommt, bedingt durch den Wasserdruck, zu Austritt von Flüssigkeiten und Blut aus den umgebenden Geweben in das Mittelohr.



*Barotrauma des Mittelohrs*

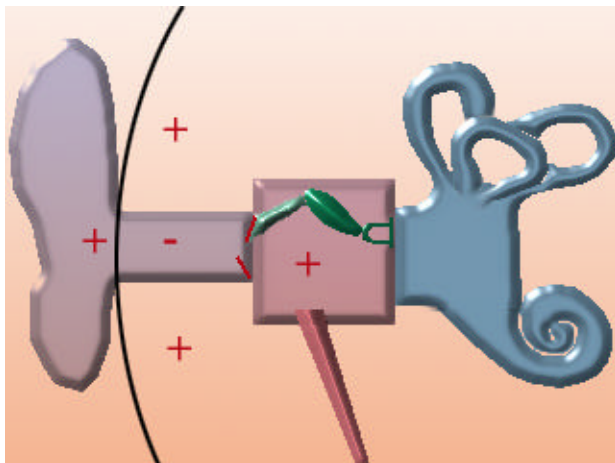
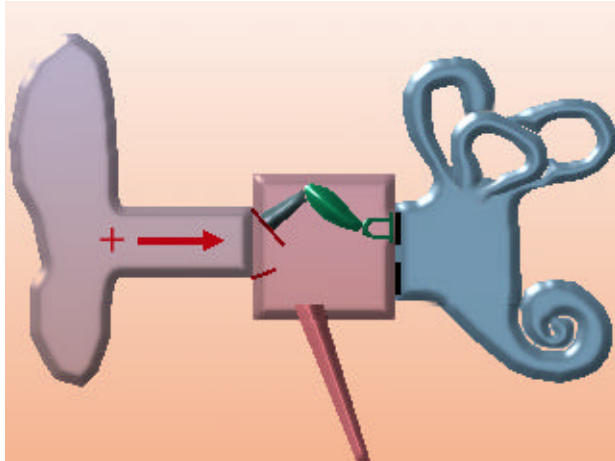
### **Trommelfellriss**

Bei starken Druckdifferenzen kann das Trommelfell einreißen. Taucht der Taucher immer tiefer, ohne einen Druckausgleich vorzunehmen, so kommt es zu einer Erweiterung der Blutgefäße im Trommelfell mit Einblutung in dieses. Der Schmerz lässt beim Einriss nach und es strömt kaltes Wasser in das Mittelohr. Dies kann zu einem **Vertigo (Schwindel)** führen.

### **Barotrauma des Innenohrs**

Das Innenohr ist mit Flüssigkeit gefüllt und kann unter normalen Umständen kein Barotrauma erleiden. Es ist aber bei einem schweren Barotrauma des Mittelohrs möglich, dass das Innenohr in Mitleidenschaft gezogen wird.

Das Trommelfell dehnt sich stark aus. Dies bewirkt einen Druck auf das ovale Fenster, das sich nach innen wölbt und Druck auf die Perilymphe ausübt. Durch den steigenden Druck im Innenohr wird das runde Fenster in Richtung Mittelohr gewölbt. Es kann zum Riss des runden Fensters kommen. Der Taucher empfindet einen Hörverlust, sowie ein Schwindelgefühl bis zum Orientierungsverlust. Beim Riss des runden Fensters sollte umgehend der HNO-Arzt aufgesucht werden.



*Barotrauma des Innenohrs*

### **Ohrenstöpsel**

Ohrenstöpsel dürfen von Tauchern nicht verwendet werden, da sie einen luftgefüllten Hohlraum im Gehörgang zwischen Stöpsel und Trommelfell darstellen, der nicht ausgeglichen werden kann.

### **Barotrauma des Gehörgangs**

Ein Barotrauma des Gehörgangs tritt sehr selten auf und wird durch die Verwendung von Ohrenstöpsel oder zu eng anliegenden Kopfhäuben bedingt. Falls der Unterdruck im Gehörgang zu groß wird, kann auch das Trommelfell reißen.

### **Barotrauma der Zähne**

Gesunde Zähne haben keine Hohlräume und sind deshalb nicht von Barotraumen betroffen. Bei Zahnfüllungen kann sich, mit Zunahme des Umgebungsdrucks, in den Spalten Luft entsprechend dem erhöhten Druck einlagern und bei Entlastung (Auftauchen) die Zahnfüllung sprengen. Bei Zahnfüllungen sollte der Zahnarzt darauf hingewiesen werden, dass man Taucher ist und so die Füllungen randdichtend und hohlraumverschließend durchgeführt werden.



*Barotrauma der Zähne*

### **Barotrauma der Augen**

Ein Barotrauma kann im Maskenraum, der einen abgeschlossenen Hohlraum darstellt, vorkommen. Um das zu vermeiden muss beim Abtauchen regelmäßig Luft in den Maskenraum durch die Nase ausgeatmet werden.

Tritt dennoch ein Barotrauma im Maskenraum auf, so sind die Augen blutunterlaufen, d.h. es werden durch Anschwellen Kapillare verletzt. Das Maskenbarotrauma ist für gewöhnlich nicht gefährlich.



*Barotrauma der Augen*

### ***Barotrauma der Haut***

Barotraumen der Haut sind recht selten und treten insbesondere beim Tauchen mit Trockenanzügen auf. Der Anzug legt sich mit zunehmendem Druck immer fester an die Haut an. Die Haut wird in die Falten des Tauchanzuges gedrückt. Es können Hautschwellungen und Einblutungen entstehen.

### ***Barotrauma des Verdauungstrakts***

Lufteinschlüsse befinden sich auch im Magen. Da der Magen sehr elastisch ist, treten selten Schädigungen durch Barotraumen im Magen auf.

Auch im Darmbereich befindet sich Luft. Barotraumen im Darmbereich sind aber selten. Personen, die Probleme im Magen-Darmbereich haben, sollten auf blähende Speisen vor dem Tauchgang verzichten.

## **Barotrauma der Lunge**

### ***Lungenbarotrauma beim Schnorcheltauchen***

Die Lunge besitzt die Fähigkeit ihr Volumen zu reduzieren. Beim Schnorcheltauchen wirkt von außen je nach Tiefe ein unterschiedlicher Druck auf den Brustkorb. Ist der Druck so groß, dass die Lunge über ihr **Residualvolumen** hinaus komprimiert wird, so kann es zu Verletzungen kommen. Die Lungenkapillaren schwellen an und Flüssigkeit wird in die Lunge gedrückt (**Lungenödem**).

### ***Lungenüberdehnungsverletzungen beim Gerätetauchen***

Die Lunge eines Gerätetauchers reagiert auf unterschiedliche Druckverhältnisse normalerweise ohne irgendwelche Komplikationen, vorausgesetzt, daß der Taucher regelmäßig atmet. Hält der Taucher den Atem an, kann die ausdehnende Luft beim Auftauchen zu Lungenüberdehnungsverletzungen führen. Deshalb gilt beim Tauchen immer:

***Halte nie den Atem an !***

Das Risiko einer Lungenüberdehnungsverletzung wird größer, je näher der Taucher der Oberfläche kommt, weil die Zunahme des Gasvolumens pro Meter gemäß dem **Boyleschen Gesetz** auf dem Weg zur Oberfläche steigt.

Untersuchungen haben gezeigt, dass ein Taucher mit gefüllten Lungen und angehaltenem Atem seine Lungen überdehnen kann, wenn er aus einer Tiefe von 1 Meter auftaucht.

Die Gefahr einer Lungenüberdehnungsverletzung wird auch durch Erkältungen und Atemwegsinfektionen, sowie dem Rauchen erhöht.

Bei Lungenüberdehnungsverletzungen reißt die Lunge an verschiedenen Stellen ein. Es tritt entweichende Luft in die Gewebe oder den Blutkreislauf über. Man unterscheidet in:

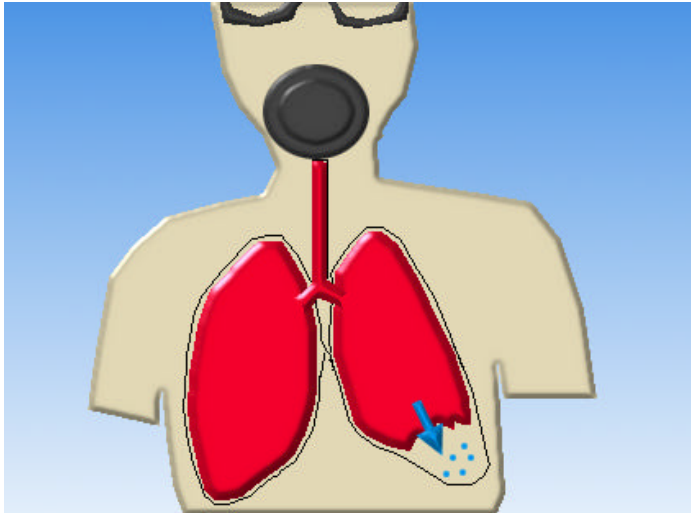
- Luftembolie
- Pneumothorax
- Mediastinalemphysem
- Subkutanes Emphysem.

### **Luftembolie**

Die Luftembolie ist die schwerwiegendste Verletzung unter den Lungenüberdehnungsunfällen. Hierbei gelangt Luft durch gerissene Alveolen in die Lungenkapillaren und anschließend in den Blutkreislauf. Die Luftblasen, die sich über die Lungenvenen zum Herzen und dann in das gesamte arterielle System fortsetzen, können steckenbleiben und den Blutfluss behindern. Schwere Schädigungen einzelner Gewebe sind die Folge, die bis zum Schlaganfall oder Herzanfall reichen.

### **Pneumothorax (Lungenkollaps)**

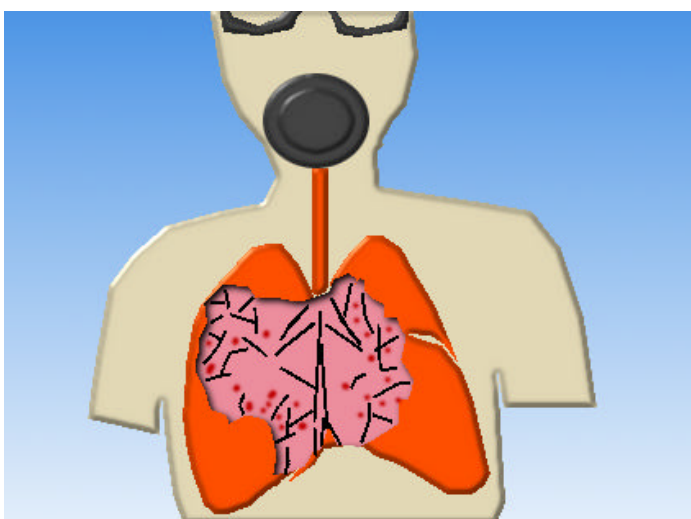
Beim Pneumothorax reißt die Lunge an der Oberfläche. Luft dringt zwischen Lunge und Rippenfell. Die Folge ist, dass die Lunge teils oder ganz in sich zusammenfällt. Der Patient hat starke Brustschmerzen und Atemnot.



*Pneumothorax (Lungenkollaps)*

### **Mediastinalemphysem**

Beim Mediastinalemphysem sammelt sich Luft zwischen den Lungenflügeln an. Die angesammelte Luft kann auf das Herz und die Hauptblutgefäße drücken und so die Zirkulation beeinträchtigen. Anzeichen sind Luftnot und Bewusstlosigkeit.

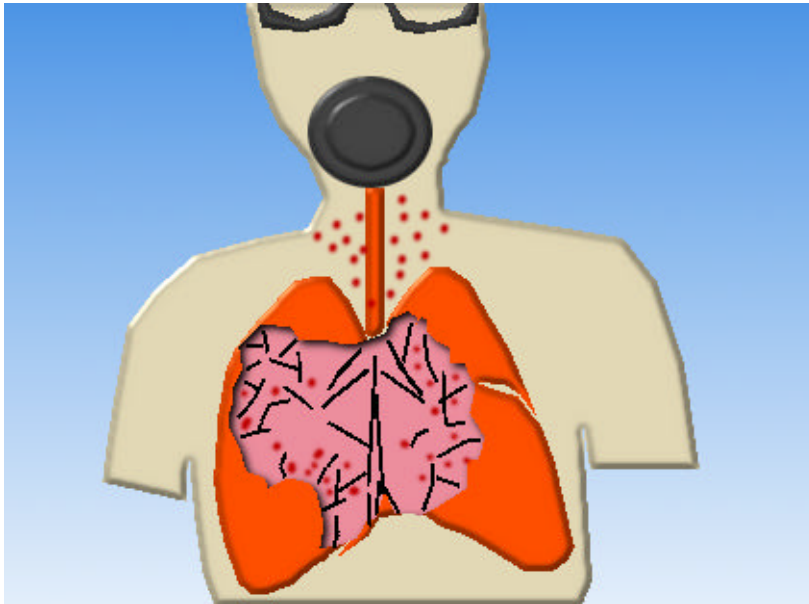


*Mediastinalemphysem*



### **Subkutanes Emphysem**

Beim subkutanen Emphysem sucht sich die Luft den Weg des geringsten Widerstandes und sammelt sich in den weichen Geweben, wie Nacken- und Schulterbereich. Die Luft sammelt sich direkt unter der Haut. Der Patient spürt ein Spannungsgefühl im Nacken und eine Klangveränderung seiner Stimme. Meist knistert die Luft unter der Haut bei Berührung.



*Subkutanes Emphysem*

### **Lungenüberdehnungsverletzungen und Rauchen**

Die Oberfläche der Bronchiolen und Alveolen ist mit einer Schutzschicht, dem sog. **Surfactant** ausgekleidet. Rauchen zerstört diesen Schutzfilm in der Lunge, der für das sich Wieder-Öffnen der Bronchiolen verantwortlich ist, wenn sie nach einer verstärkten Ausatmung kurzfristig zusammengefallen sind.

### **Behandlung von Lungenüberdehnungsverletzungen**

Die Behandlung von Lungenüberdehnungsverletzungen ist identisch mit der Ersten Hilfe für Dekompressionskrankheiten, also die Gabe von Sauerstoff, bis der Patient in ein Krankenhaus eingeliefert wird, oder bis ein Arzt am Unfallort eintrifft. Zusätzlich

kann der Verunfallte auf der linken Seite gelagert werden, mit dem Kopf am tiefsten Punkt. In dieser Lage wird eine optimale Blutzufuhr zum Gehirn gewährleistet.

### **Stimmritzenverschluss**

Bei Panik während des Tauchgangs kann ein Stimmritzenverschluss auftreten. Hierbei kommt es zum Kontakt der Stimmritze mit kaltem Wasser. Die Stimmbänder ziehen sich krampfartig zusammen, die Stimmritze kann sich dadurch verschließen. Der Taucher kann nicht mehr atmen.

### **Seekrankheit**

Bei der Seekrankheit können sich optische Informationen und die Gleichgewichtsorgane kein einheitliches Bild der Situation machen. Es kommt zu Schwindel, Übelkeit und Erbrechen. Liegt eine starke Seekrankheit vor, darf bei den beschriebenen Symptomen nicht getaucht werden. Leichte Seekrankheit verschwindet meist beim Sprung ins Wasser. Um dies abschätzen zu können, bedarf es aber einiger Erfahrung.

### **Drehschwindel (Vertigo)**

Reißt das Trommelfell während des Tauchgangs ein und tritt kaltes Wasser in das Mittelohr, kommt es zum Vertigo oder **Kalorischen Schwindel**. Der Schwindel lässt wieder nach, wenn sich das eingedrungene Wasser erwärmt hat.

Hat ein Taucher während des Abstiegs Druckausgleichsprobleme, kann es ebenfalls zu Drehschwindel kommen, dies nennt man **Alternobarer Drehschwindel**. Der Alternobare Drehschwindel ist auch in der Auftauchphase möglich.

### **Dekompressionskrankheit (Caissonkrankheit)**

Die Dekompressionskrankheit wurde erstmals 1845 bei Arbeitern beobachtet, die in einer Tiefe von 20 m arbeiteten und anschließend unter Lähmungserscheinungen litten. Man fand heraus, dass diese Erscheinungen mit Arbeiten unter erhöhtem Umgebungsdruck zusammenhängen.

An der Oberfläche ist der Körper gesättigt, d.h. er hat soviel Stickstoff, wie er unter diesem Druck in Lösung binden kann. Taucht man ab, so erhöht sich der Druck und es tritt immer mehr gelöster Stickstoff in die Gewebe über. Dies geschieht, indem der Stickstoff in das Blut übertritt und auf diesem Weg in die Körperzellen gelangt. Der Stickstoffpartialdruck in der Alveolarluft ist größer als der Gewebedruck im Blut. Allmählich ist der Druckgradient nicht mehr so hoch, d.h. dass sich der Stickstoff im Gewebe dem der Alveolarluft nähert.

Die Stickstoffaufnahme ist aber nicht in allen Geweben gleich. Das Blut beispielsweise absorbiert den Stickstoff sehr schnell. Auch die Muskulatur tut dies, nur etwas langsamer. Blut und Muskulatur werden als **schnelle Gewebe** bezeichnet. Andere Gewebe, wie z.B. Fett, absorbieren den Stickstoff nur langsam, sie werden als **langsame Gewebe** bezeichnet.

Die Menge an Stickstoff die ein Taucher während eines Tauchgangs aufnimmt, steht im direkten Verhältnis zur Tiefe und Dauer des Tauchgangs. Je länger und tiefer ein Tauchgang also ist, desto mehr Zeit hat sein Körper den Stickstoff aufzunehmen.

Beginnt der Taucher jetzt mit dem Aufstieg, so sinkt der Umgebungsdruck. Sein Körper gibt nun den überschüssigen Stickstoff wieder ab. Der Stickstoffpartialdruck ist jetzt im Gewebe höher als in der Atemluft. Der Stickstoff muss nun aus den Geweben, über die Blutgefäße zur Lunge transportiert, und dort abgeatmet werden.

Erfolgt das Auftauchen zu schnell, kann es zu ernsthaften Erkrankungen, der **Dekompressionskrankheit** kommen.

Bei der Dekompressionskrankheit entstehen mikroskopisch-kleine bis erbsengroße Gasblasen (Stickstoff) im Blut und in den Geweben. Diese Gasbläschen können die Arterien verstopfen und so die Blutzufuhr zu den Geweben unterbrechen. Man nennt dies auch **Gasembolie**. Infolge eines Sauerstoffmangels kommt es zur Schädigung des betroffenen Gewebes. Es kann zu lebensbedrohlichen Situationen kommen, wenn ein Gasbläschen die Blutzufuhr zum Gehirn, Herz oder zur Lunge verstopft.

Die Ursache einer Dekompressionskrankheit ist also der ausperlende Stickstoff, wenn

- die Nullzeit bei Tauchgängen überschritten wird und
- die erforderlichen Dekompressionsstops in entsprechenden Tiefen nicht eingehalten werden.

Faktoren, die die Dekompressionskrankheit begünstigen, sind:

- Alter
- Verletzungen
- Kaltes Wasser
- Erhöhtes Fettgewebe
- Alkohol
- Arbeit unter Wasser

### **Unterschiedliche Typen von Dekompressionskrankheiten**

Generell kann man sagen, dass eine Dekompressionskrankheit nach dem Tauchgang verzögert auftritt. Das kann bis zu 36 Stunden dauern. Doch ca. 50 % aller Dekompressionskrankheiten treten 1 Stunde nach dem Tauchgang auf. Man teilt die Dekompressionskrankheiten in **Typ I** und **Typ II** ein. Zum Typ I gehören Hautsymptome und Schmerzen, Typ II geht mit lebensbedrohlichen Symptomen einher.

#### ***Haut-Dekompressionskrankheit***

Die Haut-Dekompressionskrankheit äußert sich durch einen roten fleckenartigen Hautausschlag meist im Schulter- oder Brustkorbbereich.

#### ***Gelenk- und Glieder- Dekompressionskrankheit***

Gelenk- und Glieder-Dekompressionskrankheiten sind die häufigsten Fälle der Dekompressionskrankheiten. Sie treten in  $\frac{3}{4}$  der Fälle auf und äußern sich in Gelenk- und Gliederschmerzen.

#### ***Neurologische Dekompressionskrankheit***

Neurologische Dekompressionskrankheiten beeinflussen das Nervensystem und sind besonders ernst zu nehmen. Sie können Auswirkung auf den Tastsinn und die Bewegung haben und weiterhin Atmung und Herzschlag beeinträchtigen. Am häufigsten leidet bei einer Neurologischen Dekompressionskrankheit das Rückenmark. Hierdurch kann es zu Gefühlsstörungen bei leichten Fällen, und in schwereren Fällen zu Lähmungen kommen.

Stickstoffblasen können auch zum Gehirn wandern und einen Hirnschlag verursachen.

### ***Lungen-Dekompressionskrankheit***

Wenn sich Stickstoffblasen schneller ansammeln als sie durch die Lungenkapillaren wandern können, stauen oder blockieren sie den Blutfluss der Lunge. Die Folge ist, dass das Herz (linke Seite) weniger Blut erhält und somit der Puls und der Blutdruck sinken.

Bei der Lungen-Dekompressionskrankheit hat der Taucher Schmerzen bei der Atmung und extremen „Lufthunger“. Die Lungen-Dekompressionskrankheit wird auch als **chokes** (to choke, engl.= keine Luft bekommen) bezeichnet.

### ***Behandlung von Dekompressionskrankheiten***

Dekompressionskrankheiten erfordern eine **Rekompression**, um bleibende Schäden zu verhindern. Durch eine Rekompression werden die Stickstoffblasen im Körper verkleinert. Dadurch verschwinden im günstigsten Fall die Symptome, die die Krankheit ausgelöst haben, wieder.

Als Ersthelfer vor Ort wird die Verabreichung von Sauerstoff empfohlen. Durch das Atmen von O<sub>2</sub> wird der Stickstoffpartialdruck in den Alveolen verringert und der Druckgradient zwischen dem Druck des Blutes und dem der Luft in den Alveolen erhöht. Das beschleunigt die Diffusion des Stickstoffs aus dem Blut.

Eine weitere Empfehlung für Ersthelfer ist die Lagerung auf der linken Seite. Dies hilft die Atemwege frei zu halten

Ist der Patient im Krankenhaus angekommen erfolgt die Rekompression in **einer Druck- oder Rekompressionskammer**. Hier wird der verunfallte Taucher wieder auf die Tauchtiefe in der er getaucht ist gebracht, indem der Druck in der Kammer erhöht wird. Nun wird der Druck langsam erniedrigt, so dass die Stickstoffbläschen langsam vom Gewebe abgegeben werden können. Unterstützt wird die Behandlung in einer solchen Kammer meist durch die Gabe von Sauerstoff. Eine Rekompressionsbehandlung in einer Druckkammer kann je nach Schwere des Unfalls von einigen Stunden bis zu Tagen dauern.

### **Stickstoffvergiftung (Tiefenrausch / Stickstoffnarkose)**

Eine Stickstoffvergiftung ist durch Nervenfunktionsstörungen mit eingeschränkter Wahrnehmungsfähigkeit und gestörtem Urteilsvermögen bei zunehmendem Stickstoff-Teildruck in größeren Wassertiefen gekennzeichnet.

Stickstoff ist ein **Inertgas** und wird somit nicht vom Körper verbraucht. Es wirkt aber in größeren Tiefen wie ein Narkosegas.

Der Tiefenrausch kann ab ca. 30 m Tauchtiefe auftreten. Es ist jedoch von Taucher zu Taucher und auch von Tag zu Tag unterschiedlich, wann der Tiefenrausch auftreten kann. Faktoren, die den Tiefenrausch begünstigen sind:

- Alkohol
- Drogen
- Stress
- Angst
- Medikamente
- Schlafmangel
- Kälte
- Unterwasserarbeit
- Erschöpfung
- Dunkelheit

Die Stickstoffnarkose ist mit einem Alkoholrausch oder LSD-Trip zu vergleichen. Der Unterschied besteht jedoch darin, dass der Taucher kaum Vorzeichen bemerkt und dass bei einem Höhertauchen der Tiefenrausch - im Gegensatz zum Alkoholrausch - sofort beendet ist. Der Tiefenrausch wird vom Taucher selbst nicht wahrgenommen, sondern oft nur vom Tauchpartner beobachtet. Der Tauchpartner muss in einem solchen Fall sofort reagieren und den betroffenen Taucher auch gegen seinen Willen in eine geringere Tiefe bringen. Der Tiefenrausch kann lebensgefährlich sein, wenn nicht durch ein Höhertauchen um ca. 10-20 m reagiert wird. Deshalb gilt besonders bei tieferen Tauchgängen; den Tauchpartner im Auge zu behalten: **„Jeder zweite Blick gilt dem Tauchpartner“**.

### **Kohlendioxidvergiftung**

Kohlendioxid ist ein geruchs- und geschmackloses Gas. Unsere Einatemluft enthält ca.

0,03 % an Kohlendioxid. Die Gründe für eine Kohlendioxidvergiftung können sein:

- ein überlanger Schnorchel
- ein schlecht gewarteter Kompressor, oder
- eine defekte Atemkalkpatrone bei Sauerstoff-Tauchgeräten

Angst oder Erschöpfung können auch zu einer Kohlendioxidvergiftung führen. Angst führt meist zu einer schnellen und flachen Atmung. Das CO<sub>2</sub> kann nicht genügend abgeatmet werden.

Die Anzeichen einer Kohlendioxidvergiftung reichen von Lufthunger über Schweißausbrüche und Kopfschmerzen bis zum Schwindelgefühl mit Übelkeit und Bewusstseinsstörungen. Treten diese Symptome während eines Tauchgangs auf, so ist dieser sofort zu beenden.

### **Essoufflément**

Essoufflément heißt übersetzt: außer Atem geraten. Das Essoufflément bezeichnet eine Form der Kohlendioxidvergiftung. Werden schwere Unterwasserarbeiten verrichtet oder anstrengende Schwimmstrecken unter Wasser zurückgelegt, kann es zum Essoufflément kommen. Bei Anzeichen eines Essouffléments, ist jegliche Aktivität einzustellen, innezuhalten und bewusst tief zu atmen, sowie in geringere Tauchtiefen tauchen.

### **Kohlenmonoxidvergiftung**

Kohlenmonoxid ist geruchs- und geschmacklos. Hämoglobin (roter Blutfarbstoff) verbindet sich mit dem Kohlenmonoxid ca. 200 mal schneller als mit Sauerstoff. Es bildet sich Karboxyhämoglobin. Der Sauerstofftransport ist nicht mehr gewährleistet. Ist das Kohlenmonoxid einmal im Blutkreislauf vorhanden, so dauert es zwischen 8 und 12 Stunden bis es wieder abgebaut ist.

Die Symptome einer Kohlenmonoxidvergiftung sind Kopfschmerzen, Verwirrung und ein eingengtes Blickfeld. Eine Kohlenmonoxidvergiftung kann man an den kirschroten Verfärbungen der Lippen und des Nagelbetts erkennen.

Auch das Rauchen kann zu einer Kohlenmonoxidvergiftung führen. Durch das Rauchen wird der Kohlenmonoxidspiegel um das 3 bis 12 fache erhöht. Dies führt, wie bei einer Luftverunreinigung durch Auspuffgase, zum mangelnden Sauerstofftransport.

### **Sauerstoffvergiftung**

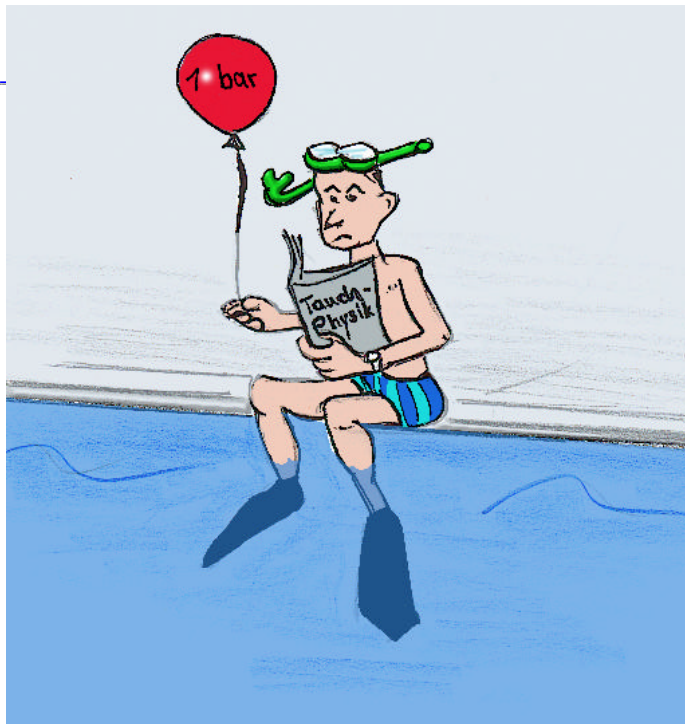
Sauerstoff ist ab einem gewissen Druck giftig. Die Giftigkeit hat Auswirkungen auf das Zentrale Nervensystem (ZNS) und die Lungen. Diese werden durch den Sauerstoff unter Druck gereizt, was dazu führt, dass sie nicht mehr in der Lage sind Sauerstoff an das Blut abzugeben. Die Auswirkungen der Giftigkeit von Sauerstoff auf das ZNS sind Muskelzittern, Übelkeit, Krämpfe und Bewusstlosigkeit. Letztendlich wird das ZNS durch das Atmen von reinem Sauerstoff in der Tiefe (ab ca. 6 Metern) geschädigt. An der Wasseroberfläche ist eine Atmung von 100%igem Sauerstoff auch über mehrere Stunden unschädlich.



# Tauchphysik

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>DIE PHYSIKALISCHEN GRUNDLAGEN DES GERÄTETAUCHENS</b>	<b>2</b>
<b>Der Zusammenhang zwischen Druck und Volumen</b>	<b>2</b>
<b>Druck - und Volumenänderung</b>	<b>3</b>
<i>Das Gesetz von Boyle und Mariotte</i>	3
<b>Schwimmen - Sinken - Schweben</b>	<b>4</b>
<i>Das Prinzip des Archimedes</i>	4
<b>Gasgemische und ihre Partialdrücke</b>	<b>5</b>
<i>Das Gesetz von Dalton</i>	5
<b>Die Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten</b>	<b>7</b>
<i>Das Gesetz von Henry - I</i>	7
<i>Das Gesetz von Henry - II</i>	8
<b>Temperatur - und Volumenänderung</b>	<b>9</b>
<i>Das Gesetz von Gay - Lussac - I</i>	9
<i>Das Gesetz von Gay - Lussac - II</i>	10
<b>Erwärmung bei Druck - und Volumenänderung</b>	<b>11</b>
<i>Die allgemeine Gasgleichung</i>	11

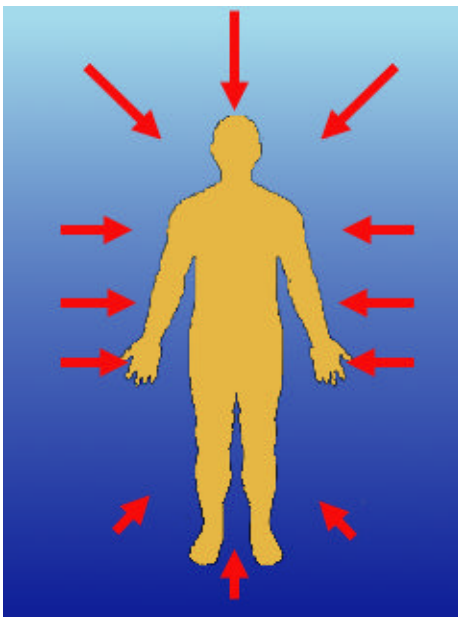


## Die physikalischen Grundlagen des Gerätetauchens

### Der Zusammenhang zwischen Druck und Volumen

Druck definiert man im allgemeinen als eine Kraft die auf eine Fläche wirkt. Jeder kennt zumindest eine Erscheinungsform dieser Kraft - den Luftdruck.

Der Luftdruck ist die Gewichtskraft der Luftsäule über uns, die auf unsere Körperoberfläche einwirkt. Sie beträgt in Meereshöhe  $1,03 \text{ kg/cm}^2$ , d.h. auf jedem  $\text{cm}^2$  eines beliebigen Körpers der sich in Meereshöhe aufhält lastet eine Gewichtskraft von  $1,03 \text{ kg}$ .



*Luftdruck, der auf unserem Körper auf Meereshöhe herrscht ( $1,03 \text{ kg/cm}^2$ )*

**Der Luftdruck wird in Millibar (mbar) gemessen, 1,03 kg/cm<sup>2</sup> entspricht 1030 mbar (Millibar), also rund 1bar.**

In größeren Höhen nimmt der uns umgebende Luftdruck entsprechend der kleiner werdenden Luftsäule über uns ab.

Meerwasser besitzt eine Dichte von 1,03 kg/dm<sup>3</sup> ( Süßwasser 0,98 kg/dm<sup>3</sup>) oder auch 1,03 g/cm<sup>3</sup>, was wiederum bedeutet dass 1 Liter Meerwasser unter Normbedingungen genau 1,03 kg wiegt.

Die Konsequenz die sich daraus für uns Sporttaucher ergibt, ist, dass sobald wir abtauchen der Druck um uns herum überproportional schnell und hoch ansteigt. Jeder der schon einmal im Schwimmbad oder Badesees tiefer als ca. 1 m abgetaucht ist, kennt diesen Umstand als Druckzunahme auf den Ohren.

### **Druck - und Volumenänderung**

#### ***Das Gesetz von Boyle und Mariotte***

Das nach **Robert Boyle** (1627 - 1691) und **Edme Mariotte** (1620 - 1684) benannte Gesetz, erläutert den Zusammenhang zwischen Druck und Volumen bei gleichbleibender Temperatur.

Schon in einer Wassertiefe von 10m beträgt der Druck der über uns liegenden Wassersäule bereits

1 bar, also genausoviel wie der Druck der Luftsäule in Meereshöhe. Der absolute Druck in 10m Wassertiefe beträgt also 2 bar - 1 bar Luftdruck über der Wasseroberfläche + 1 bar Wasserdruck, in 20m Tiefe 3 bar, in 25m Tiefe 3,5 bar usw.

Der Umstand, dass der menschliche Körper überwiegend aus Wasser besteht und Flüssigkeiten inkompressibel d.h. nicht verdichtbar sind, verhindert dass uns der Umgebungsdruck einfach zerdrückt.

Allerdings gibt es in unserem Körper verschiedene sogenannte **luftgefüllte Hohlräume**.

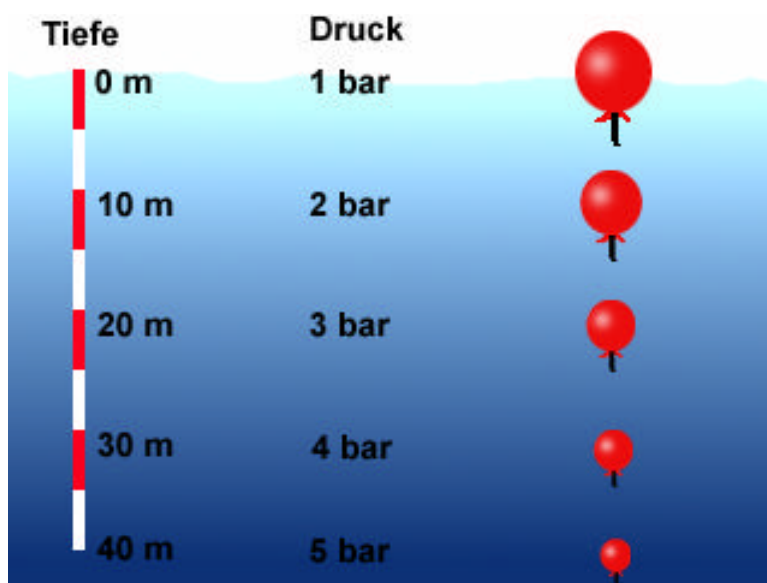
Der größte ist die Lunge, desweiteren gehören die Nasennebenhöhlen, die Atemwege und das Innenohr dazu.

Luftgefüllte Hohlräume werden bei ansteigendem Umgebungsdruck zusammengepresst und bei nachlassendem Druck dehnen sie sich wieder aus. Ein gerne verwendetes Beispiel dafür ist ein luftgefüllter Ballon.

Wird besagter Ballon an der Oberfläche mit Luft gefüllt und beim Abtauchen auf eine Tiefe von 10m mitgenommen, so halbiert sich sein Volumen - entsprechend der Verdoppelung des Umgebungsdruckes.

Hat man nun den gleichen Ballon erst in 10m Tiefe gefüllt und nimmt ihn dann mit zur Oberfläche, so verdoppelt sich sein Volumen - entsprechend dem nachlassenden Umgebungsdruck.

Aufgrund dieser Tatsache besteht für uns die Notwendigkeit in unseren luftgefüllten Hohlräumen beim Ab- und Auftauchen einen **Druckausgleich** herzustellen.



*Ein luftgefüllter Ballon beim Abtauchen*

### Schwimmen - Sinken - Schweben

#### ***Das Prinzip des Archimedes***

Archimedes von Syrakus (287 - 212 v. Chr.) war ein griechischer Mathematiker, Physiker und Konstrukteur.

Das nach Ihm benannte Prinzip lautet folgendermaßen:

**Die Auftriebskraft, die ein Körper beim Eintauchen in eine Flüssigkeit erfährt, ist gleich der Gewichtskraft des verdrängten Flüssigkeitsvolumens.**

Das ist auch der Grund weshalb in Wasser eingetauchte Körper scheinbar leichter oder sogar schwerelos werden.

Dabei unterscheidet man 3 bestimmte Fälle:

- a) ein Körper **schwimmt** an der Oberfläche wenn die Flüssigkeitsmenge, die der eingetauchte Teil verdrängt, gleich der Gewichtskraft des ganzen Körpers ist.
- b) ein Körper **sinkt**, wenn die von ihm verdrängte Flüssigkeitsmenge geringer als seine eigene Gewichtskraft ist.
- c) ein vollständig untergetauchter Körper **schwebt**, wenn die von ihm verdrängte Flüssigkeitsmenge gleich seiner Gewichtskraft ist.

Beim Sporttauchen beschäftigen uns alle 3 Fälle, jedoch hauptsächlich Fall - c -, das scheinbar schwerelose Schweben im Wasser sollte unsere bevorzugte Fortbewegungsart unter Wasser darstellen.

Erreichen können wir dies durch ein sogenanntes **Jacket** oder durch eine **Tarierweste**.

### **Gasgemische und ihre Partialdrücke**

#### ***Das Gesetz von Dalton***

**John Dalton** (1766 - 1844) war ein englischer Wissenschaftler, der zum ersten Mal untersuchte, wie sich Teilgase eines Gasgemisches unter Druck verhalten.

Das Gesetz von Dalton beschreibt das unterschiedliche Verhalten eines Gases, innerhalb eines Gasgemisches bei unterschiedlichen Teil - oder Partialdrücken.

**Der Gesamtdruck eines Gasgemisches ist gleich der Summe der Partialdrücke seiner einzelnen Bestandteile.**

Unsere Atemluft setzt sich im wesentlichen aus ca.78% Stickstoff, 21% Sauerstoff und 1% sonstigen Bestandteilen zusammen.

Auf Meereshöhe bei 1 bar Luftdruck atmen wir demnach Stickstoff mit einem Partialdruck von 0,78 bar, Sauerstoff mit einem Partialdruck von 0,21 bar u. die sonstigen Atemluftbestandteile mit einem Partialdruck von lediglich 0,01 bar ein.

Diese 3 Teildrücke zusammen ergeben unseren normalen Umgebungsdruck von 1 bar.

Betrachten wir uns jetzt die Situation unter Wasser.

Beim Abtauchen auf 20 m Tiefe herrscht um uns herum ein absoluter Druck von 3 bar - wir erinnern uns 1 bar Luftdruck + 2 bar Wasserdruck.

Die 2. Stufe unseres Lungenautomaten liefert uns jederzeit Atemluft mit dem gleichen Druck wie unsere Umgebung.

Berechnen wir jetzt die Partialdrücke neu, so müssen wir von den neuen Druckverhältnissen ausgehen, daraus ergibt sich ein Stickstoffpartialdruck von  $3 \times 0,78 \text{ bar} = 2,34 \text{ bar}$ , ein Sauerstoffpartialdruck von  $3 \times 0,21 \text{ bar} = 0,63 \text{ bar}$  und die sonstigen Atemluftbestandteile mit einem Partialdruck von  $3 \times 0,01 \text{ bar} = 0,03 \text{ bar}$ .

Addiert man sämtliche Teildrücke so ergibt sich exakt der vorherrschende Umgebungsdruck.

Für uns Sporttaucher von Bedeutung ist diese Erkenntnis insofern als man damit berechnen kann wieviel eines Gases in welcher Tiefe in unserem Körper gerade gelöst ist.

Beim Überschreiten gewisser Tiefengrenzen und daraus resultierenden höheren Teildrücken können Teile unserer Atemluft giftig werden!!!

Desweiteren ist es für die Berechnung der Dekompression wichtig zu wissen wieviel Stickstoff sich in unserem Körper angereichert hat. Siehe auch **Das Gesetz von Henry**.

### Die Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten

#### ***Das Gesetz von Henry - I***

**William Henry**, ein englischer Arzt der mit **John Dalton** teilweise zusammengearbeitet hat, fand heraus:

***Dass die Menge eines Gases welche bei gleichbleibender Temperatur innerhalb einer Flüssigkeit gelöst ist, in direktem Zusammenhang mit seinem Partialdruck steht.***

Der menschliche Organismus benötigt Sauerstoff zum existieren. Diesen Sauerstoff nehmen wir über die Atmung auf.

Da aber unsere Atemluft nicht nur aus Sauerstoff sondern auch noch aus Stickstoff und verschiedenen sonstigen Bestandteilen besteht, nehmen wir diese ebenfalls mit der Atmung auf.

In unserer Lunge findet ein sogenannter **Gasaustausch** statt. Der Sauerstoff und die anderen Bestandteile unserer Atemluft diffundieren durch das Gewebe in unsere Blutbahn.

Umgekehrt dagegen diffundiert beim Stoffwechsel erzeugtes Kohlendioxid in die Lunge aus, und wird mit der Atmung ausgeschieden.

Laut dem Gesetz von Dalton verändern sich die Teildrücke eines Gasgemisches direkt proportional zum Umgebungsdruck.

William Henry fand heraus, dass die Lösung eines Gases in einer Flüssigkeit der gleichen Gesetzmäßigkeit unterliegt.

Kommen eine Flüssigkeit und ein Gasgemisch unmittelbar miteinander in Berührung, z.B. in der Lunge (Blutflüssigkeit und Atemluft) beim Gasaustausch, so werden sich beide vermischen und zwar im gleichen Verhältnis der Partialdrücke ihrer Gasbestandteile zueinander.

Das bedeutet aber auch, dass je höher der Teildruck - also unsere Tauchtiefe - , desto mehr Gase sind in unserem Körper gelöst.

### **Das Gesetz von Henry - II**

Die Problematik die sich daraus für uns Sporttaucher ergibt, soll am folgenden Beispiel verdeutlicht werden.

Tauchen wir aus Meereshöhe, zum Fuß eines Riffes auf 20m Tiefe ab, so haben wir anfänglich einen Sauerstoffpartialdruck von 0,21 bar, einen Stickstoffpartialdruck von 0,78 bar, der Partialdruck der sonstigen Atemluftbestandteile beträgt 0,01 bar.

Bei einem durchschnittlichen Atemzugvolumen eines gesunden jungen Mannes von ca. 0,5 l, würde das bedeuten:

es sind **0,21% x 1 bar x 0,5 l = 0,105 l reiner Sauerstoff** in unserem Blutkreislauf gelöst,

**0,78 x 0,5 = 0,39 l reiner Stickstoff** und

**0,01x0,5 = 0,005 l sonstige Atemluftbestandteile.**

Addiert 0,105 l + 0,39 l + 0,005 l ergibt das exakt unser angenommenes AZV (Atemzugvolumen) von **0,5 l**.

Verlagern wir unser Rechenbeispiel jetzt an den Fuß unseres oben erwähnten Riffes, so ergeben sich vollkommen andere Werte.

Vorausgesetzt das AZV bleibt gleich, ergibt sich in **20m Tiefe** eine Konzentration von:

**0,21% x 3 bar x 0,5 l = 0,315 l reinen Sauerstoffes,**

**0,78% x 3 bar x 0,5 l = 1,17 l reinen Stickstoffes,** und

**0,01% x 3 bar x 0,5 l = 0,015 l sonstige Atemluftbestandteile.**

Addiert man nun 0,315 l + 1,17 l + 0,015 l ergibt das unsere neue im Blutkreislauf gelöste Gasmenge - nämlich exakt **1,5 l** -, was im übrigen auch unserem Luftverbrauch pro Atemzug auf dieser Tiefe entspricht.

Natürlich geht dieser ganze Vorgang nicht schlagartig vor sich, sondern quasi Atemzug um Atemzug. Da wir in der Regel relativ schnell auf eine bestimmte Tiefe abtauchen, um dann verhältnismäßig lange auf dieser Tiefe zu bleiben, brauchen wir geeignete **Tauchtabeln** um bestimmen zu können wie lange wir uns gefahrlos auf einer bestimmten Tiefe bewegen können bis unsere Gewebesättigung einen kritischen Punkt erreicht hat.



Ebenfalls sehr wichtig ist auch der Wiederaufstieg, da hierbei aufgrund des nachlassenden Umgebungsdruckes die gasförmigen Bestandteile im Blutkreislauf nunmehr beginnen auszuperlen und abgeatmet werden müssen.

Am ehesten vergleichbar ist dieser Vorgang mit dem Öffnen einer vorher kräftig geschüttelten Mineralwasserflasche.

Die Konsequenz daraus: **Tauche immer langsam auf - max. mit einer Aufstiegs geschwindigkeit von 10 m in der Minute!**

Du gibst damit dem **Stickstoff**, der sich in deinem Körper angereichert hat, die Möglichkeit abgeatmet zu werden.

### Temperatur - und Volumenänderung

#### ***Das Gesetz von Gay - Lussac - I***

Der Franzose **Louis Joseph Gay - Lussac** (1778 - 1850) formulierte bereits 1802 sein berühmtes Gesetz zur Wärmeausdehnung von Gasen.

***Bei gleichbleibendem Druck ändert sich ein Gasvolumen im gleichen Verhältnis wie die absoluten Temperaturen zueinander.***

Mit absoluten Temperaturen ist immer die Temperaturangabe in Kelvin gemeint. Diese wird ermittelt, indem man zur Grad Celsiusangabe den Wert - 273 - dazu addiert.

Gay - Lussac ging davon aus, dass ein Gas welches man auf den absoluten Nullpunkt ( - 273°C ) abkühlt, kein Volumen mehr besitzt und sich bei anschließender Erwärmung pro Grad Kelvin exakt um 1/273 seines ursprünglichen Volumens bei Null Grad Celsius ausdehnt.

1 Grad Celsius und 1 Grad Kelvin sind in der Differenz jeweils gleich große Werte. Beide Physiker gingen nur jeweils von verschiedenen Nullpunkten für ihre Temperaturskalen aus.

Celsius von dem Gefrierpunkt von Wasser und Kelvin vom absoluten Nullpunkt, bei dem sämtliche Moleküle aufhören sich zu bewegen.

**Das Gesetz von Gay - Lussac - II**

Der zweite Teil des Gesetzes von Gay - Lussac beschreibt das Verhalten eines Gases bei gleichbleibendem Volumen.

**Bei gleichbleibendem Volumen erhöht sich der Ausgangsdruck eines Gases zum Enddruck im gleichen Verhältnis wie die Ausgangstemperatur zur Endtemperatur zueinander.**

Beispiel:

Eine mit 200 bar Pressluft gefüllte 10 l Stahlflasche steht im Kompressorraum einer Tauchbasis bei einer Umgebungstemperatur von 20°C.

Ein Tauchschüler legt die Flasche ins Freie zum Weitertransport an den Tauchplatz. Nach kurzer Zeit hat sich unsere Pressluftflasche infolge starker Sonneneinstrahlung auf 60°C erwärmt.

Auf wieviel bar ist der Druck in der Flasche angestiegen?

Diese Aufgabe können wir mit Hilfe des Gesetzes von Gay - Lussac lösen.

Da wir immer mit absoluten Werten rechnen, müssen wir auch den Luftdruck berücksichtigen.

Ausgangsdruck = 200 bar Flaschendruck + 1 bar Luftdruck = 201 bar absoluter Druck

Ausgangstemperatur = 20°C - entspricht 293K absoluter Temperatur

Endtemperatur = 60°C - entspricht 333K absoluter Temperatur.

Der Enddruck ergibt sich aus dem Produkt von Anfangsdruck und Endtemperatur, dividiert durch die Anfangstemperatur.

$$\frac{201 \text{ bar} \times 333 \text{ K}}{293 \text{ K}} = 228,44 \text{ bar}$$

**In unserem Beispiel hätte die Pressluftflasche nach der Erwärmung einen absoluten Druck von 228,44 bar – 1 bar Luftdruck ergibt rund 227 bar Flaschendruck.**

### Erwärmung bei Druck - und Volumenänderung

#### **Die allgemeine Gasgleichung**

Fasst man die Gesetzmäßigkeiten die Boyle / Mariotte und Gay - Lussac entdeckt haben in einer einheitlichen Formel zusammen, so erhält man die allgemeine Gasgleichung.

$$\frac{\text{Ausgangsdruck} \times \text{Ausgangsvolumen}}{\text{Ausgangstemperatur}} = \frac{\text{Enddruck} \times \text{Endvolumen}}{\text{Endtemperatur}}$$

Die konstante Größe lässt sich dabei jeweils herauskürzen.

Sie ist für uns Sporttaucher von besonderer Bedeutung, da sich damit sämtliche Zustände eines Gases bezogen auf Temperaturänderung und/oder Druckänderung und/oder Volumenänderung berechnen lassen.

Praktische Anwendung findet diese Gasgleichung z.B. bei der Atemluftversorgung eines Tauchers von der Oberfläche mittels eines Kompressors.

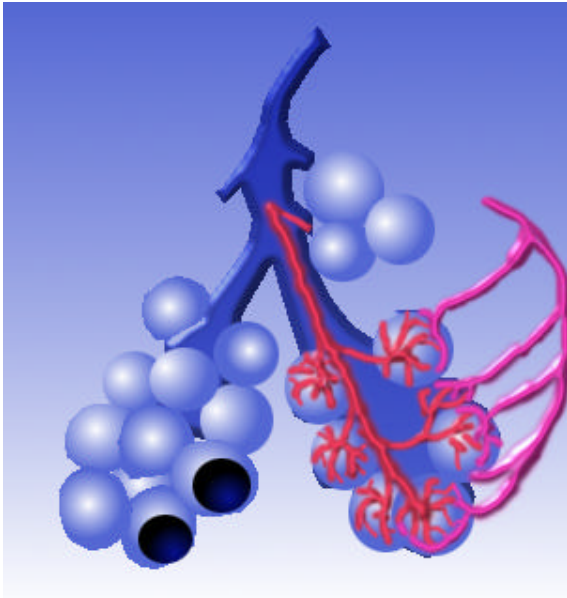
# Tauchphysiologie

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>EINFÜHRUNG</b>	<b>2</b>
<b>DIE ATMUNG</b>	<b>2</b>
Atemarbeit	3
Die Anatomie in der Lunge	3
Physiologie der Atmung	4
Atemwerte	4
<i>Vitalkapazität</i>	5
Der Gasaustausch	5
<i>Äußerer Gasaustausch</i>	5
<i>Innerer Gasaustausch</i>	6
<i>Atemsteuerung</i>	6
<i>Hyperventilation</i>	7
<b>KREISLAUF</b>	<b>7</b>
<b>Kreislauf, Atmung und Tauchen</b>	<b>7</b>
<i>Schnorcheltauchen</i>	8
<b>Der Blutkreislauf</b>	<b>8</b>
<i>Funktionen des Blutes</i>	8
<b>Ernährung und Tauchen</b>	<b>9</b>

## Einführung

Die Tauchphysiologie beschäftigt sich vor allem mit dem Einfluss des Tauchens auf den Blutkreislauf und auf das Atmungssystem.



## Die Atmung

Der Mensch kann einige Tage ohne Wasser und sogar einige Wochen ohne Nahrung auskommen, doch Sauerstoff kann er nur begrenzt speichern und nicht länger als einige Minuten ohne diesen überleben.

Atmen wir durch die Nase ein, so wird die Luft im **Nasen-Rachen-Raum** gereinigt angefeuchtet und auf die Körpertemperatur erwärmt. Über den Rachenraum gelangt die Luft zum Kehlkopf, über die Luftröhre zu den beiden Hauptbronchien, dann zu der linken und rechten Lunge. In der Lunge erfolgt eine weitere Verzweigung der Atemwege in kleinere **Bronchien** und **Bronchiolen**.

Allgemein hat die Atmung die Aufgabe alle Körperteile mit Sauerstoff zu versorgen, sowie das durch Stoffwechselforgänge entstehende Kohlendioxid abzutransportieren.

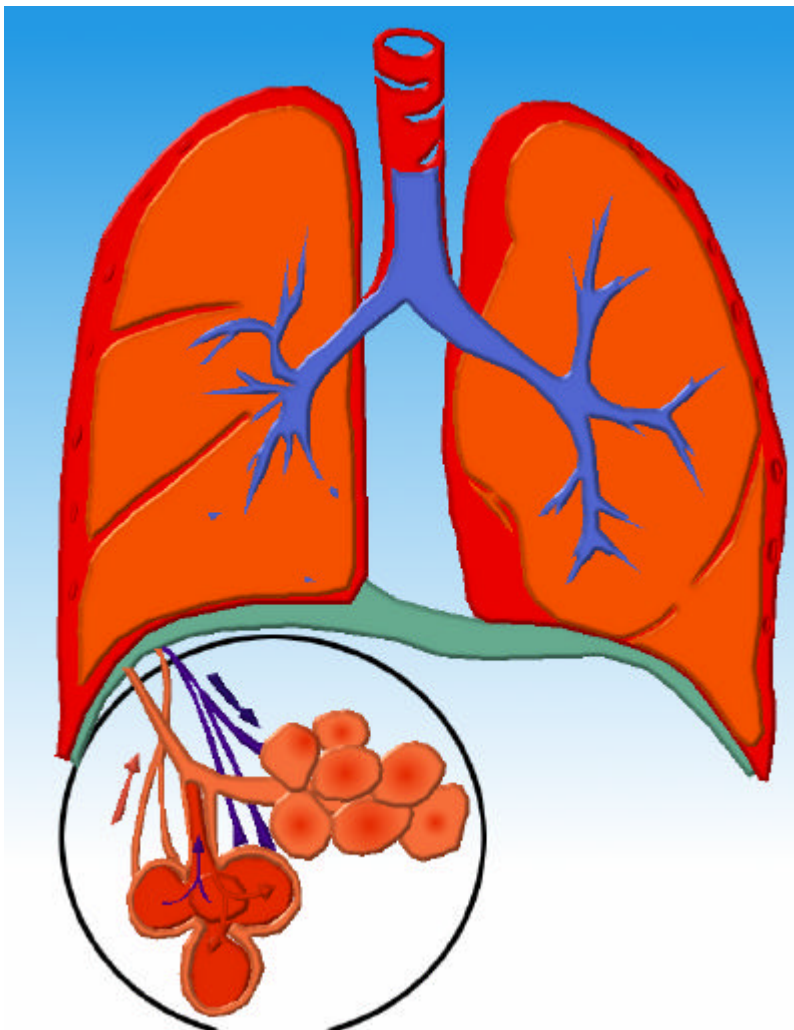
### Atemarbeit

In Ruhe verbraucht die Atemmuskulatur nur wenig Energie (ca. 1 Prozent). Bei intensiven Belastungen, zum Beispiel beim Sport, kann der Anteil der Atemarbeit auf bis zu 10 Prozent des gesamten Energieumsatzes des Körpers ansteigen.

### Funktion der Atemwege

- Erwärmung der Atemluft
- Anfeuchtung der Atemluft
- Säuberung der Atemluft
- Riechfunktion
- Resonanzbildung

### Die Anatomie in der Lunge



Die Lunge liegt im knöchernen Brustkorb und besteht aus zwei Lungenflügeln. Sie ist von zwei dünnen Häuten, dem **Lungenfell** und dem **Brustfell**, umgeben. Zwischen den beiden Häuten befindet sich ein schmaler, mit Flüssigkeit gefüllter Spalt, der **Pleuraspalt**, in dem ständig Unterdruck herrscht.

Der Gasaustausch findet in den **Alveolen** statt. Die Alveolen sind traubenartig angeordnete, mit einer sehr dünnen Haut umgebene Lungenbläschen. Sie sind mit kleinsten Blutgefäßen umgeben. Die Funktionsfläche einer durchschnittlich großen Lunge beträgt ca. 100 m<sup>2</sup>.

### Physiologie der Atmung

Der wichtigste Atemmuskel ist das **Zwerchfell**, der als horizontal liegender Muskel den **Thoraxraum** nach unten gegen die Bauchhöhle abschließt.

Die Lunge ist aus elastischen Fasern aufgebaut und hat die Tendenz sich zusammenzuziehen. Sie muss den Bewegungen des Brustkorbes folgen. Beim Einatmen muss aktive Muskelarbeit geleistet werden, der Ausatmenvorgang erfolgt passiv.

#### Inspiration (Einatemphase)

Die Einatemphase ist ein aktiver Vorgang, bei dem sich der Thoraxinnenraum durch Kontraktion von Zwerchfell und äußeren Zwischenrippenmuskeln, vergrößert.

#### Expiration (Ausatemphase)

Die Ausatemphase ist ein passiver Vorgang, bei dem die Atemmuskulatur erschlafft. Der Thoraxinnenraum verkleinert sich.

Bei körperlicher Arbeit wird die Atemhilfsmuskulatur zusätzlich eingesetzt, um die Atmung dadurch zu vertiefen.

#### Atemwerte

Die durchschnittliche **Atemzugtiefe** (junger Mann) beträgt ca. 0,5 l.

### ***Vitalkapazität***

Als Vitalkapazität wird die Gesamtmenge der maximal zu bewegenden Luft zwischen tiefster Ausatmung und tiefster Einatmung bezeichnet.

Die Vitalkapazität beträgt durchschnittlich 4,5 l.

Als **Residualvolumen** wird die Menge an Luft bezeichnet, die nach tiefster Ausatmung in der Lunge verbleibt. Dies sind etwa 1,5 l.

Die Summe von Vitalkapazität und Residualvolumen ergibt die **Totalkapazität** der Lunge.

Lungenvolumina hängen sehr stark von Geschlecht, Lebensalter, Körpergröße und Trainingszustand ab.

Nicht vergessen werden darf das **Totraumvolumen**. Es ist das Volumen der Atemwege von der Nase bis zu den kleinen Bronchiolen. Es beträgt ca. 150 ml. Das Totraumvolumen ist nicht am Gasaustausch in der Lunge direkt beteiligt, sondern wird nur bei jedem Atemzyklus in den Atemwegen hin- und herbewegt. Die Funktionen des Totraumes sind Luftzuleitung, Reinigung und Erwärmung, sowie Anfeuchten der Luft.

### **Der Gasaustausch**

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen einem **äußeren** und einem **inneren Gasaustausch**. Der äußere Gasaustausch findet in der Lunge zwischen **Lungenalveolen** und **Lungenkapillaren** statt, während der innere Gasaustausch zwischen **Körperzellen** und **Gewebekapillaren** stattfindet.

### ***Äußerer Gasaustausch***

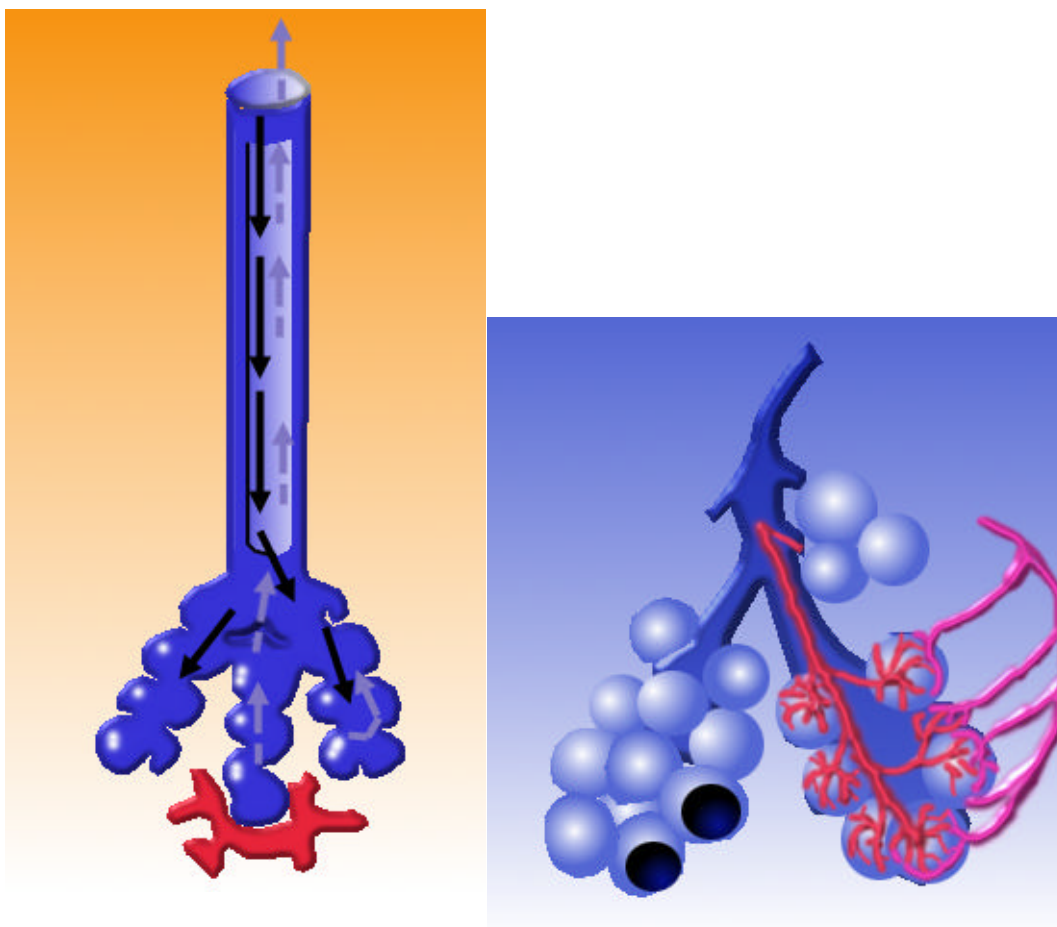
Das kohlendioxidreiche Blut, das von den Körpergeweben über das rechte Herz kommt, wird in der Lunge (bei Kontakt von Lungenkapillaren und Alveolen) vom CO<sub>2</sub> befreit und mit Sauerstoff angereichert. Das O<sub>2</sub>-reiche Blut fließt nun durch die linke Herzhälfte. Von hier aus wird es in den gesamten Organismus gepumpt.



### **Innerer Gasaustausch**

Der Gasaustausch im Körpergewebe erfolgt entlang dem Konzentrationsgefälle. Sauerstoff diffundiert in gelöster Form aus den Kapillaren in die Körperzellen. Kohlendioxid wiederum diffundiert aus den Körpergeweben über die Gewebekapillaren in die Kapillaren.

Sobald O<sub>2</sub> an den roten Blutfarbstoff Hämoglobin gebunden ist, wird es über die entsprechenden Blutbahnen zu den Verbrauchsstellen transportiert. Hier wird das zur Energiegewinnung nötige O<sub>2</sub> von den Körperzellen aufgenommen und das Stoffwechselprodukt CO<sub>2</sub> dem Blut zugeführt.



*Der Gasaustausch (schematische Darstellung)*

### **Atemsteuerung**

Die Steuerung der Atemfrequenz und Atemzugtiefe erfolgt im Atemzentrum, das sich im verlängerten Rückenmark befindet. Die Sensoren dort registrieren den CO<sub>2</sub>- und O<sub>2</sub>-Teildruck im arteriellen Blut und den Dehnungszustand der Lunge. Dementsprechend steuert das Atemzentrum die Frequenz und die Atemzugtiefe über Befehle an die Atemmuskulatur.

### **Hyperventilation**

Hyperventilation ist eine bewusste oder unbewusste Mehratmung. Bei der Hyperventilation wird vermehrt CO<sub>2</sub> abgeatmet und so der arterielle CO<sub>2</sub>-Teildruck erniedrigt. Dies verzögert den Befehl an das Atemzentrum mit der nächsten Einatemphase zu beginnen. Die Hyperventilation sollte bei Langstreckentauchversuchen unbedingt vermieden werden, da es hierdurch zu einem Black-out (Bewusstlosigkeit) kommen kann.

### **Kreislauf**

Der Mensch besitzt ein Transportsystem, das die Versorgung und Entsorgung der Körperorgane gewährleistet – das **Gefäßsystem**. Das Transportmittel ist das **Blut**.

In Strömungsrichtung leisten die Arterien die **Antransportfunktion**, gegen die Strömungsrichtung gewährleisten Venen die **Abtransportfunktion**. Das Gefäßsystem bildet mit dem Herzen den Blutkreislauf.

### **Kreislauf, Atmung und Tauchen**

Der Unterschied beim Atmen durch den Lungenautomaten oder Schnorchel besteht darin, dass wir einen erhöhten Kohlendioxydanteil im Blut und einen erhöhten Ein- und Ausatemwiderstand haben. Zurückzuführen sind diese Reaktionen auf einen **erhöhten Totraum** durch Schnorchel oder Lungenautomat, **erhöhte Turbulenzen** sowie der **dichteren Luft in der Tiefe**.

Durch den erhöhten Wasserdruck in der Tiefe kommt es zu einer Kompression des Brustkorbes, wodurch das Atemzugvolumen um ca. 15 – 20% abnehmen kann. Dies hat wiederum den Effekt, dass das verringerte Atemzugvolumen zusammen mit dem erhöhten Totraum, einen größeren prozentualen Anteil an Kohlendioxyd ergibt. Durch den erhöhten alveolaren Kohlendioxydanteil steigt der Kohlendioxydanteil im Blut. Dies führt dazu, dass der Taucher meist häufiger und tiefer atmet, um den Kohlendioxydüberschuss abzuatmen.

Generell ist beim Tauchen zu empfehlen, um den Effekt der dichten Luft und der Toträume zu minimieren, **langsam und tief zu atmen**.

### **Schnorcheltauchen**

Beim Schnorcheltauchen wird, im Gegensatz zum Gerätetauchen, der Atem absichtlich angehalten, dies nennt man auch **Apnoe**. Während des Schnorcheltauchgangs wird der Sauerstoff, der in der Lunge, dem Blut und den Muskeln gelagert ist, verbraucht, um den Sauerstoffbedarf der Körpergewebe zu sichern.

Der Kohlendioxydspiegel steigt an. Dadurch wird das Atemzentrum stimuliert, der Taucher muss Luft holen.

Die Reaktion die beim Apnoe-Tauchen auftritt, ist eine **Bradycardie**. Eine Bradycardie ist eine Verlangsamung des Herzschlages. Sie wird auch als **Tauchreflex** bezeichnet.

### **Der Blutkreislauf**

Der Blutkreislauf transportiert Nährstoffe und Sauerstoff zu den Körpergeweben und befördert Abfallprodukte und Kohlendioxyd von den Zellen weg.

### **Funktionen des Blutes**

Die Funktionen des Blutes bestehen in.

- Transport von Nährstoffen und Stoffwechselprodukten
- Transport von Gasen (N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>)
- Transport von Wasser, Salzen, Wärme
- Abwehr von Krankheitserregern

### **Blutmenge**

Die Blutmenge beträgt ca. 7-8% des Körpergewichtes.

### **Blutzellen**

Die Blutzellen werden in rote Blutzellen (Erythrozyten), weiße Blutzellen (Leukozyten) und Blutplättchen (Thrombozyten) unterschieden.

### Erythrozyten

Die Erythrozyten werden im roten Knochenmark gebildet. Ihre Lebensdauer beträgt ca. 4 Monate. Die Aufgabe der Erythrozyten ist das Transportieren des Hämoglobins. Das Hämoglobin wiederum ist für den Gastransport verantwortlich. In der Lunge wird Sauerstoff an das Hämoglobin angelagert. Mit dem Blutstrom gelangt der Erythrozyt zu den Geweben. Dort wird der angelagerte Sauerstoff abgegeben und CO<sub>2</sub> angelagert. Das CO<sub>2</sub> wird in den Alveolen der Lunge wieder abgegeben.

### Leukozyten

Leukozyten sind die „Gesundheitspolizei“. Sie bekämpfen Krankheitserreger und eingedrungene Fremdstoffe.

### Thrombozyten

Thrombozyten sind für die Blutgerinnung verantwortlich.

Weiterhin besteht das Blut aus Blutplasma. Das Blutplasma ist zu über 90% aus Wasser zusammengesetzt. Ca. 9% des Plasmas bestehen aus Eiweißen, Elektrolyten und Glucosen.

## **Ernährung und Tauchen**

Die Verdauung ist eine Belastung für den Organismus. Deshalb sollte direkt nach dem Essen kein Tauchgang unternommen werden. Zwischen den Tauchgängen, innerhalb der Oberflächenpause (z.B. auf dem Boot) sollte auf leichte Nahrung, wie z.B. Obst geachtet werden.

Allgemein sollten beispielsweise Hülsenfrüchte und andere „Gasbildner“ vor dem Tauchgang vermieden werden. Es können Darmgase entstehen, die zu Beschwerden in der Auftauchphase führen können.

Generell sollte beim Tauchen auf eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr geachtet werden.