

# Praxis der Tauchmedizin

Physiologie – Pathologie – Therapie

Rudolf B. Holzapfel

2. überarbeitete Auflage



Thieme

**MED**

Flexibles Taschenbuch

8  
312 30.00

Heute geht die Zahl der Wassersportler, die mit einer Tauchmaske Einblick in die schweigende Welt unter Wasser gewinnen, sicherlich in die Millionen (Gerätetaucher gibt es allein bei uns weit über eine viertel Million).

So werden niedergelassene Ärzte immer häufiger mit tauchmedizinischen Problemen konfrontiert – entweder bei der Tauglichkeitsuntersuchung oder bei der Therapie leichter und schwerer Tauchzwischenfälle.

Der Autor stellt nach den technischen und physikalischen Grundlagen die einzelnen Tauchformen mit ihren charakteristischen Unfällen vor und bietet praktische Therapierichtlinien von der Bergung und „Ersten Hilfe“ bis hin zur Druckkammerbehandlung. Dies schließt viele Fachgebiete ein: Physiologie, Pathologie, Kardiologie, Pneumologie, HNO-Heilkunde, Neurologie, Psychiatrie, Sport- und Arbeitsmedizin, Orthopädie, Versicherungsmedizin.

**Thieme** **Seit**  
**schafft**  
**Wissen** **1886**

ISBN 3 13 631302 X

# Praxis der Tauchmedizin

Physiologie – Pathologie – Therapie

Rudolf B. Holzapfel

26 Abbildungen, 4 Tabellen

2. überarbeitete Auflage

**SSI** SCUBASCHOOLS INT.  
Albrecht Salm  
Instructor No. 12653



**PADI**  
INSTRUCTOR 33913  
Albrecht Salm



**Albrecht Salm**  
Master Scuba Diver Trainer  
PADI MSDT # 33913

07/1995



Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York 1993

# Vorwort

Im Zeitalter des Massentourismus und der zunehmenden sportlichen Freizeitgestaltung hat der Tauchsport ohne und mit Tauchgerät in den letzten Jahren erheblichen Zulauf gewonnen. Noch vor Jahren wurde das Tauchen als eine exotische Sportart angesehen, die von einigen wenigen Abenteuerlustigen ausgeübt wurde. Heute geht die Anzahl derer, die mit einer Tauchmaske Einblick in die schweigende Welt unter Wasser gewinnen, sicherlich in die Millionen; bei den Gerätetauchern, die ständig oder zumindest im Urlaub tauchen, geht man im deutschsprachigen Raum von weit mehr als einer viertel Million aus, mit ständig steigender Tendenz.

Während früher Tauchuntersuchungen für den niedergelassenen Arzt zu den Raritäten gehörten, werden jetzt zunehmend häufiger tauchspezifische Fragen an ihn herangetragen, entweder in Form der Tauchtauglichkeitsuntersuchung oder bei der Therapie leichter Tauchzwischenfälle. Leider steigt auch die Zahl schwerer oder sogar tödlicher Tauchunfälle, so daß der klinisch tätige Arzt mit entsprechenden Fällen konfrontiert werden kann und oft mit schwierigen Problemen, auch versicherungsrechtlicher Art, in Berührung kommt. Die Tauchmedizin ist ein Spezialgebiet der Arbeits- und Sportmedizin, über das in gängigen Lehrbüchern verhältnismäßig wenig zu finden ist. Obwohl die hyperbare Medizin schon seit fast 100 Jahren als Spezialzweig bekannt ist, hat sie bisher kaum Eingang in die ärztliche Praxis gefunden, und die Zahl der Ärzte, die mit den technischen, physikalischen und medizinischen Problemen des Tauchens vertraut sind, ist äußerst gering.

Anliegen dieses Buches ist es, in knapper Form auf die wesentlichen, den Arzt, aber auch einschlägig vorgebildete medizinische Laien wie Tauchlehrer interessierende Probleme einzugehen. Dabei wird eine Reihe klinischer Fachgebiete angesprochen: Physiologie, Pathologie, Kardiologie, Pulmonologie, Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Neurologie und Psychiatrie, Sport- und Arbeitsmedizin, Orthopädie und Rechtsmedizin.

Insbesondere auf dem Gebiet der Dekompressionsforschung haben sich in den letzten Jahren Erkenntnisse ergeben, die eine Neugestaltung der Austausch- und Behandlungstabellen erforderlich machten. Die technische Entwicklung hat eine Innovation, den Tauchcomputer, gebracht, ohne den heute Gerätetauchen nicht mehr vorstellbar ist.

In diese Neuauflage sind neue gesicherte Erkenntnisse eingeflossen, und einige Kapitel wurden erweitert. Hinweise von Fachkollegen

und Tauchlehrern habe ich gerne aufgenommen und berücksichtigt. Zwangsläufig ergab sich eine gründliche Überarbeitung einiger Kapitel, der Umfang wurde trotzdem nur auf das notwendige Maß erweitert.

Dank ist den schon in der ersten Auflage erwähnten Kollegen und Institutionen zu zollen, dem Georg Thieme Verlag, meiner Frau und all denen, deren Anregungen diese Neuauflage mitgestaltet haben.

Neusäß, im Sommer 1992

Rudolf B. Holzapfel

## Inhaltsverzeichnis

|  |    |
|--|----|
| <b>Physiologie</b> .....                         | 1  |
| Stoffwechsel und Ernährung .....                 | 1  |
| Stoffwechsel .....                               | 1  |
| Ernährung .....                                  | 2  |
| Atmung .....                                     | 2  |
| Atemmechanik und Luftweg .....                   | 3  |
| Atemvolumina .....                               | 4  |
| Steuerung der Atmung .....                       | 5  |
| Blutkreislauf .....                              | 5  |
| Luftgefüllte Hohlräume .....                     | 7  |
| Lunge .....                                      | 7  |
| Schädelhöhlen .....                              | 8  |
| <b>Physikalische Grundlagen</b> .....            | 11 |
| Zusammensetzung der Atemluft .....               | 11 |
| Druckeinheiten .....                             | 12 |
| Gasgesetze .....                                 | 14 |
| Gesetz von Boyle-Mariotte .....                  | 14 |
| Kinetische Gastheorie .....                      | 17 |
| Gesetz von Gay-Lussac (Amontons) .....           | 17 |
| Gesetz von Dalton .....                          | 18 |
| Gesetz von Henry .....                           | 19 |
| <b>Das Wasser</b> .....                          | 20 |
| Physikalisch-chemische Eigenschaften .....       | 20 |
| Archimedisches Prinzip .....                     | 21 |
| Temperatur und Wärmeleitfähigkeit .....          | 22 |
| Sichtverhältnisse .....                          | 24 |
| Sprech- und Hörvermögen im Wasser .....          | 25 |
| <b>Taucharten</b> .....                          | 26 |
| Nackttauchen .....                               | 26 |
| Tauchen mit ABC-Ausrüstung .....                 | 26 |
| Tauchen mit Preßluftgeräten .....                | 27 |
| Tauchen mit Sauerstoffgeräten .....              | 30 |
| Tauchen mit Mischgasgeräten .....                | 31 |
| <b>Schädigungen durch äußere Einflüsse</b> ..... | 33 |
| Temperaturbedingte Schäden .....                 | 33 |
| Verletzungen und Vergiftungen .....              | 37 |
| Giftfischverletzungen .....                      | 37 |

|   |    |
|---|----|
| Vergiftungen durch Schnecken und Kopffüßler             | 40 |
| Ciguateravergiftungen                                   | 40 |
| Nesseltierverletzungen                                  | 40 |
| Bißverletzungen   | 41 |
| Seeigelstiche   | 43 |
| Seegurkenverletzungen und -vergiftungen                 | 44 |
| Risse an Korallen                                       | 44 |
| Läsionen durch Wasserkontakt                            | 44 |
| Hautschäden   | 44 |
| Reizungen im äußeren Gehörgang                          | 45 |
| <b>Barotraumen</b>                                      | 47 |
| Barotrauma des Trommelfells (Aerootitis)                | 47 |
| Druckausgleich  | 48 |
| Verwendung von Ohrenstöpseln                            | 52 |
| Barotrauma weiterer Nebenhöhlen                         | 53 |
| Barotraumen des Innenohres                              | 55 |
| Barotraumen des Gesichts                                | 55 |
| Barotrauma der Zähne                                    | 56 |
| Barotrauma im Magen-Darm-Trakt                          | 57 |
| Barotrauma der Haut                                     | 57 |
| <b>Unfälle beim Schnorcheltauchen</b>                   | 59 |
| Ertrinken nach Hyperventilation                         | 59 |
| Tod durch Preßatmung                                    | 60 |
| Überschreiten der Freitauchgrenze                       | 61 |
| Flachwasserbewußtlosigkeit                              | 62 |
| Kreislaufversagen durch verlängerten Schnorchel         | 63 |
| Verstärkte Diurese                                      | 64 |
| <b>Atemgasbedingte Krankheiten beim Gerätetauchen</b>   | 65 |
| Hyperventilation  | 65 |
| Kohlenmonoxidvergiftung                                 | 65 |
| Kohlendioxidvergiftung                                  | 67 |
| Sauerstoffvergiftung                                    | 68 |
| Tiefenrausch  | 72 |
| <b>Druckbedingte Taucherkrankheiten</b>                 | 74 |
| Lungenriß und Luftembolie                               | 74 |
| Folgen einer Lungenüberdehnung                          | 75 |
| Prophylaxe und Therapie des positiven Lungenbarotraumas | 76 |
| Caissonkrankheit  | 78 |
| Prädisponierende Faktoren                               | 82 |
| Pathophysiologie der Caissonkrankheit                   | 83 |
| Klinische Manifestationsformen                          | 84 |
| Taucherflöhe  | 85 |
| Akute Osteoarthralgien („Bends“)                        | 85 |

|  |     |
|--|-----|
| Neurologische Manifestationen                                      | 85  |
| Chokes   | 86  |
| Spätschäden nach Dekompressionstraumen                             | 87  |
| Störungen des Zentralnervensystems                                 | 87  |
| Otoneurologische Dauerschäden                                      | 88  |
| Skelettveränderungen   | 88  |
| Hauptlokalisation  | 89  |
| Therapie der Caissonkrankheit und der Luftembolie                  | 90  |
| Tauchbehandlungskammern (Ein-/Zweipersonenkammer)                  | 93  |
| Aufbau einer Druckkammer   | 94  |
| Prinzipien der Druckkammertherapie                                 | 96  |
| Erläuterungen zur Druckkammerbehandlung                            | 98  |
| Caissonkrankheit unter besonderen Bedingungen                      | 100 |
| <b>Erste Hilfe bei schweren Tauchunfällen</b>                      | 105 |
| Bergung aus dem Wasser   | 105 |
| Beurteilung der Vitalfunktionen und Wiederbelebung                 | 107 |
| Aspiration während der Bergung                                     | 109 |
| <b>Psychologische Aspekte</b>                                      | 111 |
| Angst und Streß beim Tauchen                                       | 111 |
| Psychologische Voraussetzungen                                     | 114 |
| <b>Tauchtauglichkeitsuntersuchung</b>                              | 115 |
| Allgemeines  | 115 |
| Die Frau beim Tauchen  | 116 |
| Untersuchungsgang  | 117 |
| Nachuntersuchung und Kontraindikationen                            | 133 |
| Rechtsmedizinische Aspekte bei Tauchunfällen                       | 134 |
| <b>Anhang</b>  | 136 |
| Bezugsnachweis für Tauchuntersuchungsbögen                         | 136 |
| Stationäre Druckkammern  | 136 |
| Therapieeinrichtungen mit 24-Stunden-Bereitschaft                  | 136 |
| Hubschraubertransport  | 137 |
| Austauschtabellen  | 138 |
| Infektionsmöglichkeiten in tropischen Ländern und deren Prophylaxe | 140 |
| Urlaubsapotheke für Taucher  | 141 |
| Ausstattung einer Tauchbasis                                       | 142 |
| <b>Literatur</b>   | 144 |
| <b>Sachverzeichnis</b>   | 146 |