

TAUCHEN - NOCH SICHERER!

Dr. med. O. F. Ehm

Leitfaden der Tauchmedizin für
Sporttaucher, Berufstaucher und Ärzte

MULLER RUSCHLIKON



Völlig neu überarbeitet -
mit den neuen
vom VDST anerkannten
Austauchtabelle

Dr. med. O. F. Ehm
Präsident der Commission Médicale
der C.M.A.S. (World Underwater
Federation)

Tauchen – noch sicherer!

Leitfaden der Tauchmedizin für Sporttaucher, Berufstaucher und Ärzte.

Unter Mitarbeit von Dr. Max Hahn, Bruno Ryrko und Werner DeHaas. Mit 89 Zeichnungen und Diagrammen, 12 Tabellen und gesonderter, plastik-ingeschweißter Austausch-tabelle zur Mitnahme unter Wasser.

3., vollständig überarbeitete und auf den neuesten Stand gebrachte Auflage.

Seit seinem ersten Erscheinen ist der «Ehm» als das Standardwerk der Tauchsicherheit anerkannt. Die neue Auflage berücksichtigt alle seither gewonnenen Erkenntnisse aus Wissenschaft und Praxis: Sie bringt daher **lebenswichtig Neues für jeden Taucher!**

Eines davon ist die grundlegend verbesserte Austausch-tabelle, die vom Verband Deutscher Sporttaucher (VDST) bereits offiziell anerkannt ist. Sie ist die Summe der Arbeit eines internationalen Experten: der neuesten Meßergebnisse von Prof. A. A. Bühlmann (Zürich) und der daraus für die Praxis der

(Fortsetzung auf der hinteren Umschlagklappe)

Sporttaucher hervorgegangenen Berechnungen von Dr. M. Hahn (Düsseldorf). Sie bietet mit den vielen darin verarbeiteten neuen Erkenntnissen größtmögliche Sicherheit.

Auch die Tabellen von Prof. Bühlmann zur Behandlung der Dekompressionskrankheit beruhen auf jüngsten Forschungen und den großen Erfahrungen des Druckkammerlabors Zürich.

So ist jedes Kapitel auf den *aktuellsten Informationsstand* gebracht: Der Autor Dr. O. F. Ehm – in Fach- und Sportwelt anerkannter Tauchmediziner – hat als Präsident der Medizinischen Kommission des Taucher-Weltverbandes zentralen Überblick über Forschung und Praxis.

Über den alle Gebiete *umfassenden Informationsgehalt* orientieren das ausführliche Inhaltsverzeichnis und das umfangreiche Sachverzeichnis, die dem Benutzer die praktische Auswertung leicht machen.

Denn darauf beruht der besondere Ruf des «Ehm»: daß er Grundwissen und praktische Anwendbarkeit in hervorragender Weise vereinigt.

Zusammenfassend: Die rasante Entwicklung der Wissenschaften hat Erkenntnisstand und Praxis entscheidend verbessert. Das hat seinen Niederschlag in dieser Neuauflage gefunden. Ein neuer «Ehm» ist damit entstanden, der – um es zu wiederholen – für jeden Taucher lebenswichtig ist.

Umschlagfoto: Fredy Knorr

Albert Müller Verlag

Albert Müller Verlag

Hier steckt Ihre Dekompressions-tabelle



DR. MED. O. F. EHM

TAUCHEN - NOCH SICHERER !

*Leitfaden der Tauchmedizin
für Sporttaucher, Berufstaucher und Ärzte
Mit 89 Zeichnungen und Diagrammen
und 12 Tabellen*

*Unter Mitarbeit von:
Dr. Max Hahn, Bruno Ryrko
und Werner DeHaas*

*3., vollständig überarbeitete und auf den
neuesten Stand gebrachte Auflage*

Ag

4186

ALBERT MÜLLER VERLAG
RÜSCHLIKON-ZÜRICH · STUTTGART · WIEN

Inhaltsverzeichnis

Vorworte 13

I Sicherheit beim Tauchen 17

- Die persönlichen Voraussetzungen* 17
- Allgemeine Sicherheitsvorkehrungen* 19
- Planung und Durchführung des Tauchgangs* 20
- Tauche nie allein* 21
- Besondere Einsätze* 21
- Verhalten bei Unfällen* 22

II Kondition, Training, Ernährung und Medikamente 23

- Kondition und Training* 23
- Steigerung der Sauerstoffaufnahme* 24
- Verbesserung der Koordination* 24
- Steigerung der Muskelkraft* 25
- Leistungssteigerung und Trainingsmethode* 25
- Sportschäden* 27
- Körperliches Training und Alter* 28
- Altersgrenzen für das Tauchen* 29
- Die Frau und der Tauchsport* 30
- Sport und Ernährung* 31
- Doping und Sport* 34
- Autogenes Training* 34
- Medikamente und Tauchen* 35
- Die Reisekrankheit* 36
- Alkohol* 36
- Rauchen und Nikotin* 37
- Reisen und Impfungen* 38

© Albert Müller Verlag, AG, Rüschlikon-Zürich, 1974, 1984. – Nachdruck, auch einzelner Teile, verboten. Alle Nebenrechte vom Verlag vorbehalten, insbesondere die Übersetzungsrechte, die Filmrechte, das Abdrucksrecht für Zeitungen und Zeitschriften, das Recht zur Gestaltung und Verbreitung von gekürzten Ausgaben und Lizenzausgaben, Hörspielen, Funk- und Fernsehsendungen sowie das Recht zur photo- und klangmechanischen Wiedergabe durch jedes bekannte, aber auch durch heute noch unbekanntes Verfahren. – ISBN 3 275 00537 5. – 1/7-84. – Printed in Switzerland. – Umschlagphoto von Fredy Knorr, Zeichnungen von Beni Laroche.

III Tauchausrüstung 39

(von Max Hahn)

Die Grund- oder Abc-Ausrüstung 39

Der Schnorchel 39

Länge und Durchmesser des Schnorchels 39

Die Tauchermaske 40

Schwimmflossen 41

Die zusätzliche Ausrüstung für das Gerätetauchen 42

Der Tiefenmesser 42

Dekompressiometer 43

Elektronische Dekompressiometer 44

Tarier- und Rettungswesten 45

Tauchgeräte 48

Sauerstoffkreislaufgeräte 48

Preßlufttauchgeräte (PTG) 50

Einstufenautomaten 50

Zweistufenautomaten 51

Einschlauchautomaten 52

Kompensiertes Ventil 53

Preßluftflaschen 54

IV Physiologie des Tauchens 55

Allgemeine physiologische Prinzipien 55

Die Systeme der Sauerstoffaufnahme 56

Der Aufbau der Lunge und die Mechanik der Atmung 57

Das Wichtigste über den Gasaustausch 61

Der Gasaustausch in den Alveolen 61

Herz und Kreislauf, die Transportorgane für den Sauerstoff 64

Arterien, Venen und der Blutdruck 66

Zu hoher und zu niedriger Blutdruck 67

Der Schockzustand 68

Etwas über Stoffwechsel und Energieumsatz 69

Vom Sauerstoff- und Energieverbrauch beim Schwimmen und Tauchen 71

Über die Apnoe und das Hyperventilationssyndrom 73

Was geschieht beim Hyperventilieren? 75

Der Schwimmbad-Blackout 76

Darf man vor dem Tauchen hyperventilieren? 81

Der Preßdruck 82

Warum sind Wale und Delphine bessere Taucher als der Mensch? 82

Bei Walen und Delphinen gibt es keine Dekompressionsunfälle 85

Mäuse als Fische 87

Der Tauchreflex 89

Die Einflüsse von Hormonen, Nerven und Streß 92

Das Sehen unter Wasser 93

V Physikalische Grundlagen 99

(von Max Hahn)

Der Druck und seine Maßeinheiten 99

Druck ist Kraft/Fläche 99

Masse und Gewicht 100

Atmosphärischer Luftdruck 100

Umrechnungstabelle für verschiedene Druckeinheiten 101

Berechnung der Druckzunahme mit steigender Wassertiefe 101

Druckdifferenzen wirken schädigend 102

Das Gesetz von Boyle-Mariotte 103

Maßeinheit für die Gasmenge: das Barliter 103

Flexibel eingeschlossene Gasmengen 104

Starr eingeschlossene Gasmengen 104

Das Gesetz von Archimedes 104

Die Veränderungen des Auf- und Abtriebs während eines Tauchgangs mit

Preßlufttauchgerät (PTG) 105

Gewichtslosigkeit – Schwerelosigkeit 107

Der Partialdruck und seine Definition durch Dalton 108

Das Gesetz von Henry 109

Gelöste Gasmengen 110

Die Gasspannung 111

Die «erlaubte Überspannung» 114

Das Gesetz von Gay-Lussac 114

Gleichung des idealen Gases 114

Fülldruck, Prüfdruck, Berstdruck 116

Sehen unter Wasser 117

Streuung und Absorption 117

Licht unter Wasser 117

Farben unter Wasser 118

Sichtweiten 119

Hören unter Wasser 120

VI Die Auswirkungen des Druckes beim Tauchen 122

Die Unterteilung der Druckwirkungen in drei Phasen 122

Hydrostatische Druckwirkungen 123

Die Kompressionsphase 125

Das Prinzip des Barotraumas 125
 Das Barotrauma der Lunge 126
 Die Schröpfkopfwirkung 128
 Das Tauchen in Apnoe 130
 Das Tauchen der Amas 132
 Über die Besonderheiten des Schnorcheltauchens 133
 Das Barotrauma der Nasennebenhöhlen 136
 Das Barotrauma des Mittelohrs 139
 Schädigung des Innenohrs 142
 Hörverluste bei Tauchern 144
 Über die Funktion der Tube 145
 Die einzelnen Methoden des Druckausgleichs 147
 Über Ohrstöpsel 150
 Über Nasentropfen 151
 Das perforierte Trommelfell 151
 Erscheinungen im Gehörgang 152
 Laryngocelen 153
 Die übrigen luftgefüllten Hohlräume im Körper 154

Die Isopressionsphase 155
 Der Sauerstoff 155
 – Verminderter Sauerstoffdruck und Höhenkrankheit 155
 – Sauerstoffmangel beim Tauchen 157
 – Hypoxie beim Tauchen in Apnoe 158
 – Sauerstoff unter erhöhtem Druck 159
 – Die Lungenschädigungen 160
 – Die Krampfanfälle 161
 – Wann kommt es zu Krampfanfällen? 163
 – Wie wirkt sich der Sauerstoffüberdruck beim Tauchen aus? 163
 – Der Sauerstoffdruck beim Preßlufttauchen 164
 – Die Verhütung und Behandlung von Sauerstoffvergiftungen 164
 – Die Ursache der Sauerstoffgiftigkeit 165
 – Der Sauerstoff in der Medizin und in künstlichen Atemgemischen 167
 Das Kohlendioxid 168
 – Die Wirkung vermehrten Kohlendioxidangebotes 169
 – Die Toleranz für die Hyperkapnie beim Tauchen 170
 – Kohlendioxid beim Preßlufttauchen 171
 – Kohlendioxid bei anderen Taucharten 171
 – Ursache und Behandlung der Kohlendioxidvergiftung 172
 Tiefenrausch und Kohlendioxid 172
 – Die Symptome des Tiefenrauschs 173
 – Die Vermeidung der Tiefenrauschgefahren 174
 – Die Tiefengrenze für das Preßlufttauchen 174
 – Die Hypothesen über die Ursachen des Tiefenrauschs 175
 – Die Inertgase als Ursache des Tiefenrauschs 177

– Über den Narkoseeffekt der Inertgase 178
 Das Kohlenmonoxid 180
 Übersicht der Symptome der einzelnen Gase beim Tauchen 181

Die Dekompressionsphase 184
 Der Stickstoff im Organismus unter atmosphärischem Druck 184
 Über die Stickstoffsättigung der Gewebe 185
 Die unterschiedlich schnelle Sättigung der Gewebe 186
 Der Vorgang der Entsättigung 188
 Die Vorgänge bei der Dekompressionskrankheit 189
 Schnelle und langsame Gewebe und die Halbsättigungszeit 189
 Verhütung der Dekompressionskrankheit 191
 – Die Grundlagen der Null- und Austauschzeiten 191
 – Die Praxis des Austauschens (von Max Hahn) 191
 – Berechnung eines Tauchgangs 193
 – Mehrfaches Tauchen am Tag 195
 – Tauchen in Bergseen 195
 – Fliegen nach Tauchgängen 195
 – Nachgeholte Dekompression 195
 Die Dekompressionskrankheit 196
 – Pathologie der Dekompressionskrankheit/Auftreten und Weg der Gasblasen 197
 – Komplikationen der Dekompressionskrankheit 198
 – Blutgerinnung und Dekompressionskrankheit 199
 – Begünstigende Faktoren 200
 – Die Symptome der Dekompressionskrankheit 202
 – Chronische Dekompressionsschäden 205
 – Zeitraum des Auftretens der Erscheinungen 206
 – Dekompressionsunfälle durch Überdehnung der Lunge 207
 – Wann kommt es zum Lungenüberdruckunfall? 209
 – Verhütung von Lungenüberdruckunfällen 210
 – Taravana 212
 Behandlung der Dekompressionskrankheit 214
 – Prinzip der Behandlung 214
 – Erkennen einer Dekompressionskrankheit 216
 – Wann ist eine Rekompensation erforderlich? 217
 – Rekompensation unter Wasser 219
 – Durchführung der Druckkammerbehandlung 220
 – Rekompensation in der Einmanndruckkammer 221
 – Unterschiede der Behandlungsverfahren 222
 – Erfolge der Behandlung 223
 – Behandlung schwerer Dekompressionsunfälle 223

Tieftauchen (von O. F. Ehm und Bruno Ryrko) 225
 Die Probleme durch die Atemgase 225
 Sättigungstauchen 228

- Über die Entstehung von Gasblasen 230
Die Theorie und Berechnungen von Haldane 232
Die Unterschiede zwischen den einzelnen Tabellen 235

VII Temperatureinwirkungen 238

- Wärme und Wärmehaushalt 238
Die Möglichkeiten der Wärmeabgabe 239
Kern und Schale bei der Wärmeregulation 240
Die zentrale Regulationssteuerung 242
Wärmestauungen und Hitzschlag 245
Sonnenbrand 246
Auskühlung im Wasser 247
Die Phasen der Unterkühlung 248
Behandlung der Unterkühlung 249
Erfrierungen 250
Erkältungskrankheiten 251
Kälteeinfluß und Kälteadaptation beim Tauchen 251
Kälteschutz beim Tauchen 253
Wann ist Kälteschutz notwendig? 255
Trockentauchanzüge 256
Verschiedene Kältewirkungen 257

VIII Schädigungen durch Meerestiere 259

(von Werner DeHaas und O. F. Ehm)

- Die berühmtesten Haie 259
Barrakudas 263
Muränen 263
Giftige Rochen 264
Petermännchen 265
Drachenköpfe und ihre Verwandten 265
Der Korallenwels 267
Giftige Schnecken und Kopffüßer 267
Behandlungsmaßnahmen bei Giftstichen und -bissen 268
Von Quallen und anderen Nesseltieren 269
Behandlungsmaßnahmen nach Nesseltier-Berührungen 271
Seeigel und Borstenwürmer 272

IX Ertrinken und Badetod 273

- Ertrinken im Meer und im Süßwasser 274
Der Vorgang des Ertrinkens 276
Nachweis des Ertrinkungstodes 277

- Der Badetod oder Wasserschock 277
Vom Tod im Wasser 280
Badedermatitis 281

X Tauchunfälle

- Statistischer Überblick 283
Ursachen tödlicher Unfälle 284
Streß-Syndrom als Unfallursache 284
– Begünstigende Faktoren 285
– Persönlichkeits-Charakteristika 286
Ungeklärte und seltene Tauchunfälle 287

XI Wiederbelebung als Erste Hilfe 289

- Feststellungen am Unfallort 290
Die Maßnahmen der Wiederbelebung 291
Sauerstoff und Kohlendioxid bei der Atemspende 293
Methoden und Anwendung der Atemspende 294
Atemspende und manuelle Methoden 295
Hilfsmittel für die Atemspende 296
Die stabile Seitenlage 297
Beatmungsgeräte 298
Belebe den Kreislauf! 299
Ausführung der Herzmassage 300
Herzmassage mit gleichzeitiger Atemspende 301
Wie lange sollen Wiederbelebungsversuche durchgeführt werden? 302
Übung und Ausbildung in der Wiederbelebung 303
Notfallkoffer für Taucher 303
Notfallkoffer und erste Maßnahmen des Arztes 303

XII Tauglichkeitsuntersuchungen 306

- Grundsätzliches und die Besonderheiten 306
Die Anamnese 308
Absolute Kontraindikationen 309
Die Untersuchung 310
Allgemeinzustand 310
Haut und Skelettsystem 311
Augen 311
Nase und Nasennebenhöhlen 311
Ohren 312
Mundhöhle 312
Lungen 313

Herz 314
Leistungs- und Funktionsprüfungen 314
Abdomen 316
Zentralnervensystem 316
Vegetativum 317
Nachuntersuchung 317

Anhang 319

Austauchtabelle 319
A. Dekompressions-Tabelle 321
B. Tabelle für Oberflächenpausen und Wiederholungstauchgänge 328

Behandlung der Dekompressionskrankheit nach A. A. Bühlmann 329
Allgemeine Regeln 329
Therapietabelle 330

Formular «Sportärztliche Tauglichkeitsuntersuchung für den Unterwassersport» 335
Formular «Tauglichkeitsattest» 339
Fragebogen zur Erfassung von Tauchunfällen 339

Bibliographie 341

Bildnachweis 361

Sachverzeichnis 363

Vorwort zur ersten Auflage

Das Sporttauchen und mit ihm die Tauchmedizin haben in den letzten Jahren mit Riesenschritten die Pionierzeit hinter sich gelassen. Eine zeitgemäße Bearbeitung des Themas drängte sich schon deshalb auf. Auch unsere Kenntnisse in der Tauchmedizin sind in den letzten Jahren um einiges erweitert worden. Das Buch versucht daher, sich dem Stand des heutigen Wissens anzugleichen. Es möchte dem vermehrten Informationsbedürfnis der Sport- und Berufstaucher von heute gerecht werden und wurde deshalb auf ein möglichst breites und anspruchsvolles Wissensniveau gestellt. Weiter will es der zunehmenden Zahl von Ärzten, die sich mit der Tauchmedizin befassen, als Leitfaden zur Hand gehen.

Besondere Fortschritte wurden in den letzten 10 Jahren auf dem Gebiet des Tieftauchens erreicht. Die hier gewonnenen Kenntnisse haben zwar noch keine direkten Auswirkungen auf das Sporttauchen. Aber etwa wie die Weltraumflüge die Luftfahrt, werden sie das Sporttauchen beeinflussen können. Wenn auch die tauchmedizinischen Probleme für alle Tauchbereiche Gültigkeit haben, wurden in diesem Buch doch in erster Linie die Belange des Sporttauchens berücksichtigt.

Unkenntnis ist der schlimmste Feind des Tauchers. Es genügt heute nicht mehr, die einfachen physikalischen und medizinischen Grundlagen des Tauchens zu beherrschen. Ein guter Taucher und in jedem Fall ein Moniteur muß die Ursachen und Symptome eines Tauchunfalles kennen; er muß auch eine genauere Diagnose stellen können und in der Lage sein, entsprechende Maßnahmen einzuleiten. Deshalb wurde der Symptomatik und der Behandlung von Tauchunfällen ein größerer Raum gewidmet.

Ein Großteil der Manuskripte dieser Arbeit wurde in fruchtbarer Zusammenarbeit mit einem Physiker, Dr. Max Hahn, Düsseldorf, einem Lungenphysiologen, Dr. med. Gerhard Utz, Heidelberg, einem Ingenieur, Bruno Ryrko, Freiburg, und einem Zoologen, Dr. Hajo Schmidt, Heidelberg, alle

Das Standardwerk der Tauchsicherheit

*Der «Ehm» in neuer Auflage,
vollständig überarbeitet und auf dem
neuesten Stand,
mit den neuen Tabellen zur Behandlung
der Dekompressionskrankheit,
mit der neuen, offiziell anerkannten
Austauchtabelle
und viel weiterem lebenswichtig
Neuem.*

**Daher lebenswichtig und
unentbehrlich für alle**

- Tauchsportler
- Berufstaucher
- Tauchlehrer
- Tauchärzte
- Notfallärzte

**Ein Tauchbuch,
... natürlich von MÜLLERRÜSCHLIKON**