

EHM

TAUCHEN

NOCH SICHERER

Tauchmedizin für Freizeittaucher,
Berufstaucher und Ärzte

11. überarbeitete und
erweiterte Neuauflage

pietsch

Inhalt

Vorwort zur 11. Auflage	10	3.6.2 Angstauslösende Faktoren der UW-Situation	49
Die Autoren	12	3.6.3 Ängste des Anfängers	49
1. Sicherheit beim Tauchen	14	3.6.4 Beobachtungen des Tauchlehrers	49
1.1 Die persönlichen Voraussetzungen	14	3.6.5 Umgang des Tauchlehrers mit	
1.2 Allgemeine Sicherheitsvorkehrungen	15	Angstsituationen	50
1.3 Planung und Durchführung des Tauchgangs	16	3.6.6 Im Wasser	51
1.4 Tauche nie allein.....	16	3.6.7 Stereotypes Verhalten.....	51
1.5 Besondere Tauchgänge.....	17	3.6.8 Weitere Anzeichen für Anspannung	52
1.6 Verhalten bei Unfällen	17	3.6.9 Dunkelheit	53
2 Allgemeines	18	3.6.10 Tauchen in einem Wrack oder einer Höhle... 54	
2.1 Körperliches Training und Alter.....	18	3.6.11 Faktor Strömung	54
2.2 Altersgrenzen für das Tauchen:		3.6.12 Faktor Kälte	54
Kinder und Senioren.....	19	3.6.13 Zusätzliche Angstfaktoren	55
2.3 Tauchen und der Unterschied der Geschlechter....	21	3.7 Motivation zum Tauchen.....	55
2.4 Sport und Ernährung	24	3.8 Tauchen und Gruppendynamik.....	57
2.5 Medikamente und Tauchen.....	25	3.9 Der Tauchunfall	59
2.6 Chronische Erkrankungen.....	27	3.10 Lösungs- und Trainingsmöglichkeiten	60
2.7 Alkohol	29	3.10.1 Entspannungstraining.....	60
2.8 Rauchen.....	30	3.10.2 Austausch über gefährliche Situationen....	60
2.9 Reisekrankheiten.....	31	3.10.3 Stresstraining	61
2.10 Touristikkrankheiten	32	3.11 Abschluss.....	61
2.11 Impfungen	33	4 Tauchausrüstung	63
2.12 Flugreisen	34	4.1 Die Grund- oder ABC-Ausrüstung	63
3 Tauchpsychologie	37	4.1.1 Schnorchel	63
3.1 Ein Persönlichkeitsmodell.....	37	4.1.2 Masken.....	64
3.2 Ein psychoanalytisches Entwicklungsmodell	39	4.1.3 Flossen	65
3.2.1 Weitere Stufen der kindlichen Entwicklung .	40	4.2 Die zusätzliche Ausrüstung für das Tauchen im	
3.2.2 Entwicklungsstufen des Tauchers	40	Freigewässer und Gerätetauchen	66
3.3 Vier Charaktertypen	41	4.2.1 Tauchanzüge	66
3.3.1 Nähe.....	41	4.2.2 Tariermittel.....	67
3.3.2 Distanz	42	4.3 Autonome Tauchgeräte.....	68
3.3.3 Ordnung	43	4.3.1 Druckgastauchgeräte (DTG).....	68
3.3.4 Veränderung	43	4.3.2 Druckgasflaschen und Ventile	69
3.3.5 Die Balance der Eigenschaften.....	44	4.3.3 Atemregler	70
3.4 Tauchen und Psyche	45	4.3.4 Nitrox und andere Atemgase	71
3.4.1 Die Ursachenkette	46	4.3.5 Kreislaufauchauchgeräte	72
3.4.2 Die ANZ-Studie.....	46	4.4 Weiteres Tauchzubehör	77
3.5 Stress.....	47	4.4.1 Tauchcomputer.....	77
3.6 Angst.....	47	4.4.2 Uhr und Tiefenmesser	77
3.6.1 Angst und Tauchen	48	4.4.3 Tauchtabelle.....	77
		4.4.4 Unterwasser-Manometer	78
		4.4.5 Weiteres Tauchzubehör	78

4.5 Ausrüstungen für den Wettkampfsport	78
4.5.1 Modifizierte ABC-Ausrüstung.....	78
4.5.2 Modifikationen am Atemgerät	79
5 Physikalische Grundlagen des Tauchens 80	
5.1 Wassertiefe und Druck.....	80
5.2 Ein einfaches Modell für Gase.....	83
5.2.1 Das Gesetz von Boyle-Mariotte	85
5.2.2 Die Gesetze von Amonton und Gay-Lussac ...	87
5.2.3 Angaben für Gasmengen	88
5.2.4 Das Gesetz von Dalton	88
5.2.5 Die Besonderheiten des Wasserdampfes.....	88
5.2.6 Das Gesetz von Henry.....	90
5.3 Joule-Thomson-Effekt.....	92
5.4 Wärmetransport in Gasen und Flüssigkeiten.....	93
5.5 Das Gesetz von Archimedes.....	94
5.6 Licht unter Wasser.....	96
5.7 Schall unter Wasser	98
6 Anatomische und physiologische Grundlagen	100
6.1 Allgemeine physiologische Prinzipien	100
6.2 Systeme der Sauerstoffaufnahme	101
6.3 Aufbau der Lunge und Mechanik der Atmung ...	101
6.4 Das Wesentliche über den Gasaustausch.....	105
6.5 Der Gasaustausch in den Alveolen	105
6.6 Herz und Kreislauf, die Transportorgane für den Sauerstoff	109
6.7 Arterien, Venen und Blutdruck	111
6.8 Der Schockzustand	112
6.9 Stoffwechsel und Energieumsatz.....	113
6.10 Einflüsse von Hormonen und Nerven.....	114
7 Physiologie und Pathophysiologie des Tauchens	116
7.1 Hydrostatische Druckwirkungen.....	116
7.2 Immersionseffekte	118
7.3 Sauerstoffmangel bei vermindertem Luftdruck... 122	
7.4 Atmung und Gasaustausch beim Tauchen	123
7.4.1 Allgemeine Auswirkungen	123
7.4.2 Die Kraft der Einatemmuskulatur	124
7.5 Steuerung der Atmung	126
7.5.1 Grundprinzipien	126
7.5.2 Die Apnoe.....	126
7.5.3 Tauchen in Apnoe.....	127
7.5.4 Hypoxie beim Schnorcheltauchen	135
7.5.5 Hyperventilation und Schwimmbad- Blackout.....	137
7.5.6 Lungenfüllung und Sauerstoffausnutzung beim Drucklufttauchen	141
7.5.7 Essoufflement	142
7.6. Energiebedarf beim Schwimmen und Tauchen... 144	
7.7 Sehen unter Wasser.....	144
7.8 Hören unter Wasser	148
7.9 Das Tauchen der Amas.....	149
7.10 Tauchende Säugetiere.....	150
7.11 Bei tauchenden Tieren gibt es keine Dekompressionsunfälle.....	152
7.12 Tauchende Tiere aus zoologischer Sicht	154
7.12.1 Reptilien	154
7.12.2 Tauchende Vögel	155
7.12.3 Tauchende Säugetiere.....	155
8 Differenzdruckauswirkungen	158
8.1 Unterteilung der Druckwirkungen in drei Phasen	158
8.2 Luftgefüllte Körperhöhlen	159
8.3 Barotrauma der Lunge.....	160
8.4 Schröpfkopfwirkung oder Squeeze	160
8.5 Barotrauma der Nasennebenhöhlen.....	162
8.6 Barotrauma des Mittelohrs	165
8.7 Barotrauma des Innenohrs.....	169
8.8 Erscheinungen im Gehörgang	173
8.9 Hörstörungen bei Tauchern	174
8.10. Funktion der Tube	174
8.11 Die einzelnen Methoden des Druckausgleichs ... 176	
8.11.1 Verwendung von Ohrstöpseln	179
8.12 Laryngocelen.....	180
8.13 Die übrigen luftgefüllten Körperhöhlen	180
9 Atemgase unter Überdruck	182
9.1 Der Sauerstoff.....	182
9.1.1 Sauerstoffmangel beim Tauchen.....	182
9.1.2 Sauerstoff unter erhöhtem Druck	182
9.1.3 Lungenschädigungen	183
9.1.4 Krampfanfälle.....	184
9.1.5 Sauerstoffüberdruck beim Tauchen.....	185
9.1.6 Die Verhütung und Behandlung von Sauerstoffvergiftungen	187
9.1.7 Die Ursache der Sauerstoffgiftigkeit	187
9.1.8 Der Sauerstoff in der Medizin und in künstlichen Atemgemischen.....	189
9.2 Kohlendioxid	189
9.2.1 Die Wirkung eines vermehrten Kohlendioxidangebots	190

9.2.2 Die Toleranz für die Hyperkapnie beim Tauchen	191	11.1.3 Komplikationen der Dekompressionskrankheit.....	224
9.2.3 Kohlendioxid unter erhöhtem Druck.....	191	11.1.4 Co-Faktoren	227
9.2.4 Ursache und Behandlung der Kohlendioxidvergiftung.....	192	11.1.5 Klinische Symptomatik der Dekompressionskrankheit.....	227
9.2.5 Tiefenrausch und Kohlendioxid.....	192	11.1.6 Chronische Formen.....	230
9.3 Stickstoff.....	192	11.1.7 Zeitverlauf der Erkrankung.....	231
9.3.1 Symptome des Tiefenrauschs.....	192	11.1.8 Dekompressionssymptome nach Apnoetauchen.....	231
9.3.2 Vermeidung der Tiefenrauschgefahren.....	193	11.2 Lungenüberdruckunfall	233
9.3.3 Hypothesen über die Ursachen des Tiefenrauschs	194	11.2.1 Begriffsbestimmung und Entstehung.....	233
9.3.4 Die Inertgase als Ursache des Tiefenrauschs	194	11.2.2 Symptome eines Lungenüberdruckunfalls	233
9.3.5 Der Narkoseeffekt der Inertgase.....	195	11.2.3 Arterielle Gasembolie	235
9.4 Kohlenmonoxid	197	11.2.4 Ursachen des Lungenüberdruckunfalls	236
9.5 Übersicht der Symptome der einzelnen Gase beim Tauchen	197	11.2.5 Verhütung von Lungenüberdruckunfällen	239
10 Dekompression	199	11.3 Behandlung der Dekompressionserkrankungen	239
10.1 Inertgasverteilung im Organismus.....	199	11.3.1 Behandlungsprinzipien	240
10.1.1 Henry'sches Gesetz	199	11.3.2 Rekompansionsbehandlung	242
10.1.2 Der Stickstoff im Organismus bei Druckveränderungen	200	11.3.3 Nasse Rekompansion.....	244
10.2 Kinetik der Sättigung und Entsättigung.....	201	11.3.4 Durchführung der Behandlung.....	244
10.2.1 Gastransport im Organismus	201	11.3.5 Rekompansion in der Einpersonendruckkammer	245
10.2.2 Die unterschiedlich schnelle Sättigung der Gewebe	202	11.3.6 Behandlungsprotokolle	245
10.2.3 Der Vorgang der Entsättigung.....	203	12 Sporttauchen zwischen Breiten- und Leistungssport.....	248
10.2.4 Halbsättigungszeit.....	203	12.1 Breitensportliche Perspektive des Sporttauchens	248
10.2.5 Toleranz gegenüber Inertgasübersättigung	205	12.2 Sporttauchen als Leistungs- und Wettkampfsport	249
10.3 Dekompressionstabellen.....	205	12.3 Trainingshinweise für das Sporttauchen.....	252
10.3.1 Historische Entwicklung.....	205	12.3.1 Training der Verhaltenweisen und Fertigkeiten im Sporttauchen	253
10.3.2 Vergleich von Dekompressionstabellen....	208	12.3.2 Aerobes Ausdauertraining.....	253
10.3.3 Biostatistische Bewertung.....	210	12.3.3 Training der Apnoezeit	256
10.4 Dekompressionspraxis	211	12.3.4 Ausgleichstraining und Empfehlungen zur allgemeinen gymnastischen Ausbildung.....	257
10.4.1 Tauchprofil und Tabellenbenutzung	211	12.4 Tauchen als Sport für Kinder und Jugendliche ..	258
10.4.2 Mehrfaches Tauchen am Tag	215	12.5 Sporttauchen mit eingeschränkter Leistungsfähigkeit	261
10.4.3 Tauchen in Bergseen.....	216	12.6 Sporttauchen als therapeutische Maßnahme ...	262
10.4.4 Fliegen nach Tauchgängen.....	216	13 Tieftauchen und Tauchen mit Mischgas.....	264
10.4.5 Nachgeholte Dekompression	217	13.1 Zusammensetzung von Atemgemischen	264
10.5 Dekompressionscomputer.....	217	13.2 Nitroxtauchen	266
10.6 Entstehung von Gasblasen	218	13.3 Mischgaskreislaufgeräte	268
11 Pathologie der Dekompression.....	222	13.4 Sättigungstauchen	270
11.1 Dekompressionskrankheit	222	13.5 Physiologie des Tieftauchens.....	271
11.1.1 Historischer Überblick.....	222		
11.1.2 Ätiologie	223		

13.5.1 Sprachliche Verständigung	272	16.3.5 Leuchtqualle	312
13.5.2 Das Temperaturproblem	272	16.3.6 Würfelqualle	313
13.5.3 HPNS – die Reaktion des Nervensystems auf hohe Drücke	273	16.3.7 Blumentiere	314
13.5.4 Gasdichte und Atmung	275	16.4 Kegelschnecken	315
13.5.5 Überblick	276	16.5 Kopffüßer	317
13.6 Wasserstoff als Atemgas	276	16.5.1 Blauring-Kraken	318
13.7 Industrielles Tieftauchen	278	16.6 Borstenwürmer	319
14 Wärmehaushalt	281	16.7 Dornenkronenseestern	320
14.1 Wärme und Wärmehaushalt	281	16.8 Seeigel	321
14.2 Wärmeproduktion und Wärmeabgabe	281	16.8.1 Lederseeigel	322
14.2.1 Unterschiede der Geschlechter	282	16.8.2 Giftzangen-Seeigel	322
14.3 Kern und Schale bei der Wärmeregulierung	283	16.9 Stachelrochen	323
14.4 Die zentrale Temperaturregulation	284	16.10 Petermännchen	325
14.5 Wärmestauungen und Hitzschlag	287	16.11 Feuerfische	328
14.6 Sonnenbrand	288	16.12 Drachenköpfe	330
14.7 Auskühlung im Wasser	289	16.13 Steinfische	331
14.8 Die Phasen der Unterkühlung	290	16.14 Seeschlangen	333
14.9 Behandlung der Unterkühlung	290	17 Infektionen beim Schwimmen und Tauchen	338
14.10 Erfrierungen	291	17.1 Äußere Infektionen	338
14.11 Erkältungskrankheiten	292	17.2 Infektionen der inneren Organe	340
14.12 Kälteeinfluss und Kälteadaptation beim Tauchen	292	18 Tauchunfälle, Statistiken, Ursachen, ungeklärte und seltene Tauchunfälle	342
14.13 Kälteschutz beim Tauchen	293	18.1 Statistischer Überblick	342
14.14 Verschiedene Kältewirkungen	295	18.2 Unfallursachen nach der Statistik	344
15 Langzeiteffekte beim Tauchen	297	18.3 Der »Faktor Mensch« als Unfallursache	346
15.1 Mögliche Langzeitschäden	297	18.4 Stress-Syndrom als Unfallursache	347
15.2 Erwiesene Langzeitschäden	300	18.5 Schlussfolgerungen	348
15.2.1 Schädigungen am Nervensystem	300	18.6 Problematik der Beurteilung von Tauchunfällen	348
15.2.2 Die aseptische Knochennekrose	300	18.7 Ungeklärte und seltene Tauchunfälle	349
15.2.3 Ursache der aseptischen Knochennekrose	300	18.8 Zusammenfassung	350
15.2.4 Häufigkeit und Verteilung	301	19 Ertrinken, Beinah-Ertrinken und Badetod	351
15.2.5 Diagnose, Behandlung und Verhütung	302	19.1 Ertrinken im Meer und im Süßwasser	352
15.2.6 Hörschädigung	302	19.2 Der Vorgang des Ertrinkens	353
15.3 Zusammenfassung	302	19.3 Nachweis des Ertrinkungstodes	354
16 Verletzungen und Vergiftungen durch Meerestiere	304	19.4 Das Beinah-Ertrinken	354
16.1 Haie	305	19.4.1 Ertrinken und Beinah-Ertrinken bei Tauchern	355
16.2 Muränen und Barrakudas	307	19.5 Salzwasseraspirationssyndrom	355
16.3 Nesseltiere	308	19.6 Der Badetod oder Wasserschock	356
16.3.1 Hinweise zur Behandlung von Nesselvergiftungen	310	19.7 Vom Tod im Wasser	358
16.3.2 Feuerkorallen	310		
16.3.3 Seefarne	311		
16.3.4 Portugiesische Galeere	311		

20 Taucherrettung, Erste Hilfe und Wiederbelebung	360
20.1 Sinn und Notwendigkeit	360
20.1.1 Notruf	360
20.2 Rettung aus dem Wasser	361
20.2.1 Abbruch des Tauchgangs	361
20.2.2 Transport an der Wasseroberfläche	361
20.2.3 Lagerung von verunglückten Tauchern	362
20.3 Basismaßnahmen der Erstversorgung.....	363
20.3.1 Ablauf der Schritte für die Basismaßnahmen beim Erwachsenen.....	364
20.3.2 Stabile Seitenlage.....	371
20.3.3 Reanimation mit zwei Helfern, Reanimation von Kindern	371
20.3.4 Sonderfall Ersticken	372
20.3.5. Wann soll Hilfe geholt werden?	373
20.3.6 Sicherheitsaspekte für die Helfer	374
20.4 Sauerstoffgabe während der Ersten Hilfe.....	374
20.5 Automatische Externe Defibrillation	374
20.6 Hilfsmittel für die Atemspende	375
20.7 Notfallkoffer für Taucher	376
20.8 Dokumentation von Tauchunfällen	376
21 Behandlung von Tauchunfällen	378
21.1 Erste Hilfe am Unfallort, normobarer Sauerstoff	378
21.2 Rettungskette und Transport	378
21.3 Rekompresstherapie, Hyperbare Oxygenation	379
21.4 Begleitende medikamentöse Therapie	382
21.5 Verzögerter Therapiebeginn	385
21.6 »Nasse Rekompresstherapie« (»In-water recompression«).....	385
21.7 Nachsorge/Rehabilitation	386
21.8 Sekundärtransport/Repatriierung	387
22 Tauchtauglichkeitsuntersuchung	388
22.1 Sinn und Notwendigkeit	388
22.2 Grundsätzliches und die Besonderheiten.....	388
22.3 Rechtliche Lage	389
22.4 Wer soll Tauglichkeitsuntersuchungen durchführen?	390
22.5 Untersuchungsurteile, Nachuntersuchung, Selbstverantwortlichkeit.....	391
22.6 Die Untersuchung.....	392
22.6.1 Vorgeschichte	392
22.6.2 Offenes Foramen ovale	392
22.7 Tauchen mit Einschränkungen.....	397
23 Hyperbare Oxygenation	399
23.1 Definition	399
23.2 Kurzer Abriss zur Geschichte der HBO	399
23.3 Physikalische Grundlagen	400
23.4 Physiologische Grundlagen	400
23.5 Risiken und Nebenwirkungen	403
23.6 Anwendungsgebiete/Indikationen	405
23.7 Hyperbare Oxygenation beim Tauchunfall.....	408
Anhang	410
Glossar	410
Anschriften der Autoren und Co-Autoren	415
Übersichtswerke	416
Bildnachweis	417
Stichwortverzeichnis	421
GTÜM-/ÖGTH-Untersuchungsbogen	427