

Heinz K. J. Lettnin

Tauchen mit Mischgas

Theorie, Technik, Anwendung

Dritte, neubearbeitete Auflage

Mit 104 Abbildungen



Handwritten in red ink: a large stylized signature "AS" and the date "00/2000" below it.

SI SCUBA SPORTS INT.
Instructor No. 12653
Albrecht Salm



Springer

Inhaltsverzeichnis

1	<i>Einleitung</i>	1
2	<i>Gesetzliche Maßeinheiten</i>	4
2.1	Abgeleitete Einheiten	4
2.2	Umrechnung in amerikanische Maßeinheiten	7
3	<i>Eigenschaften des Wassers</i>	9
3.1	Thermodynamische Eigenschaften des Wassers	9
3.2	Akustische Eigenschaften des Wassers	12
3.3	Optische Eigenschaften des Wassers	13
4	<i>Eigenschaften der Luft</i>	16
5	<i>Tauchgase und ihre Eigenschaften</i>	19
5.1	Einführung	19
5.2	Sauerstoff	20
5.3	Stickstoff	25
5.4	Luft und Nitrox	27
5.5	Kohlendioxid	27
5.6	Helium	29
5.7	Wasserstoff	32
6	<i>Gasgesetze</i>	34
6.1	Ideales Gasgesetz	34
6.2	Abgeleitete Gasgesetze.	35
6.2.1	Gasgesetz von Boyle-Mariotte	35
6.2.2	Gasgesetz von Gay-Lussac	36

6.2.3	Partialdruckgesetz	36
6.2.4	Gesetz von Henry	38
6.3	Anwendungsbeispiele	39
7	<i>Gasmanagement</i>	46
7.1	Einführung	46
7.2	Gesetzliche Grundlagen beim Umgang mit Druckgasen	46
7.3	Kennzeichnung von Druckgasbehältern	47
7.4	Reinheit von Gasen	48
7.5	Gasanalyse	51
7.5.1	Einführung	51
7.5.2	Analysegeräte	52
7.6	Sauerstoffhandhabung und Komponentenreinigung	54
7.7	Physikalisch-mathematische Grundlagen des Gasmanagements	57
7.7.1	Volumenbestimmungen	57
7.7.2	Gasbedarfsrechnungen	58
7.7.3	Berechnungsbeispiele	63
7.8	Mischen von Gasen	70
7.8.1	Einführung	70
7.8.2	Mischformeln	72
7.8.3	Berechnungsbeispiele	76
7.9	Gasbedarfsrechnung für ein komplettes Tauchsystem	78
8	<i>Grundlagen der Hydrostatik</i>	88
8.1	Wasserdruck	88
8.2	Das Archimedische Prinzip	91
8.3	Auströmende Flüssigkeiten	93
8.4	Anwendungsbeispiele	95
9	<i>Tauchverfahren</i>	102
9.1	Einführung	102
9.2	1 bar-Tauchsysteme (ADS)	105
9.3	Autonomes Tauchen	106
9.3.1	Einführung	106
9.3.2	Technisches System	108

9.3.3	Tauchgase	111
9.4	Oberflächenversorgtes Tauchen	112
9.4.1	Einführung	112
9.4.2	Technisches System	113
9.4.3	Tauchgase	115
9.5	Einsatz von Tauchglocken	116
9.6	Nitroxtauchen	121
9.6.1	Einführung	121
9.6.2	Technisches System	124
9.7	Mischgastauchen	124
9.7.1	Einführung	124
9.7.2	Technisches System	125
9.8	Sättigungstauchen	126
9.8.1	Einführung	126
9.8.2	Technisches System	130
9.8.3	Tauchgase	136
10	<i>Tauchen in kontaminierten Gewässern</i>	139
10.1	Einführung	139
10.2	Thermische Kontaminationen	140
10.3	Biologische Kontaminationen	141
10.4	Chemische Kontaminationen	142
10.5	Radiologische Kontaminationen	143
10.5.1	Radioaktivität	143
10.5.2	Radiologische Einheiten und Grenzwerte	147
10.5.3	Radiologische Quellen und ihre Abschirmung	148
11	<i>Kompression und Dekompression</i>	152
11.1	Einführung	152
11.2	Kompression	153
11.3	Physikalisch-physiologische Grundlagen der Dekompression	156
11.3.1	Mathematische Modelle des Gastransports	156
11.3.2	Auf- und Entsättigungsprozesse	158
11.3.3	Dekompressionskriterien	163
11.3.4	Bestimmung von Austauschtabellen	165
11.3.5	Gasaustausch ungelöster Inertgase	168

11.4	Dekompressionen bei Druckluft/Nitrox Tauchverfahren	169
11.4.1	Normale Druckluft-Dekompression	169
11.4.2	Dekompression bei Wiederholungstauchgängen	171
11.4.3	Druckluftdekompression im Wasser unter Einsatz von Sauerstoff	173
11.4.4	Oberflächendekompression mit Sauerstoff Druckluft	174
11.4.5	Dekompression bei Verwendung von Nitrox	176
11.4.6	Dekompression beim Tauchen in Medien dichter als Wasser	178
11.5	Dekompressionen bei Einsatz von Mischgasen	179
11.5.1	Einführung	179
11.5.2	Dekompression beim autonomen Mischgastauchen	179
11.5.3	Dekompressionen beim schlauchversorgten Mischgastauchen	180
11.5.4	Beispielrechnungen für schlauchversorgte Mischgastauchverfahren	186
11.5.5	Dekompression bei Einsatz von Tauchglocken (bell bounce).	193
11.5.6	Notfallprozeduren beim Mischgastauchen	196
11.6	Dekompressionsverfahren beim Sättigungstauchen	198
12	<i>Dekompressionskrankheiten und ihre Behandlung</i>	204
12.1	Taucherkrankheiten	204
12.2	Dekompressionskrankheiten	207
12.3	Therapeutische Rekompensation und Behandlung	213
12.3.1	Allgemeines	213
12.3.2	Behandlung von Dekompressionskrankheiten nach Druckluft/Nitrox Tauchoperationen	215
12.3.3	Behandlung von Dekompressionskrankheiten nach Mischgaseinsätzen	219
12.4	Isobare Gegendiffusion	221
12.4.1	Einführung und Definitionen	221
12.4.2	Mathematische und physikalische Modelle	223
12.4.3	Praktische Anwendungen der isobaren Gegendiffusion	225

13	<i>Sicherheit und Sicherheitsgesetze</i>	229
13.1	Einführung	229
13.2	Tauchbezogene deutsche Rechtsgrundlagen	232
13.3	Tauchbezogene ausländische Rechtsgrundlagen	235
13.4	Verantwortlichkeiten im Offshore-Bereich	237
13.5	Sicherheit beim Tauchen	241
13.6	Personalqualifikation und Arbeitsbedingungen	242
13.6.1	Personalqualifikation	242
13.6.2	Tauchgangsabwicklung und Arbeitsbedingungen	246
13.6.3	Vergütungsrahmen	248
14	<i>Taucheraktivitäten Offshore</i>	251
14.1	Einführung	251
14.2	Übersicht über Unterwasserarbeitstechniken	253
14.2.1	Reinigungs/Konservierungsarbeiten	254
14.2.2	Bergungsarbeiten	255
14.2.3	Trennverfahren	257
14.2.4	Fügearbeiten	261
14.2.5	Ingenieurbau unter Wasser	265
14.3	Übersicht über Unterwasserinspektionstechniken	266
14.3.1	Übersichtsinspektionen	266
14.3.2	Zerstörungsfreie (NDT) Inspektionen	268
14.4	Übersicht über Taucheraktivitäten im Offshore-Bereich	271
14.4.1	Einführung	271
14.4.2	Exploration	271
14.4.3	Produktion	274
14.4.4	Unterwasserinspektionen	279
14.4.5	Offshore-Unfälle	282
	<i>Literatur</i>	285
	<i>Sachregister</i>	297