

Heinz K. J. Lettnin

Tauchen mit Mischgas



Theorie · Technik · Anwendung



Springer-Verlag

Inhaltsverzeichnis



	<i>Vorwort</i>	
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	9.3.3	Tauchgase	111
6.2.4	Gesetz von Henry	38	9.4	Oberflächenversorgtes Tauchen	112
6.3	Anwendungsbeispiele	39	9.4.1	Einführung	112
7	<i>Gasmanagement</i>	46	9.4.2	Technisches System	113
7.1	Einführung	46	9.4.3	Tauchgase	115
7.2	Gesetzliche Grundlagen beim Umgang mit Druckgasen	46	9.5	Einsatz von Tauchglocken	116
7.3	Kennzeichnung von Druckgasbehältern	47	9.6	Nitroxtauchen	121
7.4	Reinheit von Gasen	48	9.6.1	Einführung	121
7.5	Gasanalyse	51	9.6.2	Technisches System	124
7.5.1	Einführung	51	9.7	Mischgastauchen	124
7.5.2	Analysegeräte	52	9.7.1	Einführung	124
7.6	Sauerstoffhandhabung und Komponentenreinigung	54	9.7.2	Technisches System	125
7.7	Physikalisch-mathematische Grundlagen des Gasmanagements	57	9.8	Sättigungstauchen	126
7.7.1	Volumenbestimmungen	57	9.8.1	Einführung	126
7.7.2	Gasbedarfsrechnungen	58	9.8.2	Technisches System	130
7.7.3	Berechnungsbeispiele	63	9.8.3	Tauchgase	136
7.8	Mischen von Gasen	70	10	<i>Tauchen in kontaminierten Gewässern</i>	139
7.8.1	Einführung	70	10.1	Einführung	139
7.8.2	Mischformeln	72	10.2	Thermische Kontaminationen	140
7.8.3	Berechnungsbeispiele	76	10.3	Biologische Kontaminationen	141
7.9	Gasbedarfsrechnung für ein komplettes Tauchsystem	78	10.4	Chemische Kontaminationen	142
8	<i>Grundlagen der Hydrostatik</i>	88	10.5	Radiologische Kontaminationen	143
8.1	Wasserdruck	88	10.5.1	Radioaktivität	143
8.2	Ausströmende Flüssigkeiten	91	10.5.2	Radiologische Einheiten und Grenzwerte	147
8.3	Das Archimedische Prinzip	93	10.5.3	Radiologische Quellen und ihre Abschirmung	148
8.4	Anwendungsbeispiele	95	11	<i>Kompression und Dekompression</i>	152
9	<i>Tauchverfahren</i>	102	11.1	Einführung	152
9.1	Einführung	102	11.2	Kompression	153
9.2	1 bar-Tauchsysteme (ADS)	105	11.3	Physikalisch-physiologische Grundlagen der Dekompression	156
9.3	Autonomes Tauchen	106	11.3.1	Mathematische Modelle des Gastransports	156
9.3.1	Einführung	106	11.3.2	Auf- und Entsättigungsprozesse	158
			11.3.3	Dekompressionskriterien	163

11.4	Dekompressionen bei Druckluft/Nitrox Tauchverfahren	169	13	<i>Sicherheit und Sicherheitsgesetze</i>	229
11.4.1	Normale Druckluft-Dekompression	169	13.1	Einführung	229
11.4.2	Dekompression bei Wiederholungstauchgängen	171	13.2	Tauchbezogene deutsche Rechtsgrundlagen	232
11.4.3	Druckluftdekompression im Wasser unter Einsatz von Sauerstoff	173	13.3	Tauchbezogene ausländische Rechtsgrundlagen	235
11.4.4	Oberflächendekompression mit Sauerstoff Druckluft	174	13.4	Verantwortlichkeiten im Offshore-Bereich	237
11.4.5	Dekompression bei Verwendung von Nitrox	176	13.5	Sicherheit beim Tauchen	241
11.4.6	Dekompression beim Tauchen in Medien dichter als Wasser	178	13.6	Personalqualifikation und Arbeitsbedingungen	242
11.5	Dekompressionen bei Einsatz von Mischgasen	179	13.6.1	Personalqualifikation	242
11.5.1	Einführung	179	13.6.2	Tauchgangsabwicklung und Arbeitsbedingungen	246
11.5.2	Dekompression beim autonomen Mischgastauchen	179	13.6.3	Vergütungsrahmen	248
11.5.3	Dekompressionen beim schlauchversorgten Mischgastauchen	180	14	<i>Taucheraktivitäten Offshore</i>	251
11.5.4	Beispielrechnungen für schlauchversorgte Mischgastauchverfahren	185	14.1	Einführung	251
11.5.5	Dekompression bei Einsatz von Tauchglocken (bell bounce)	191	14.2	Übersicht über Unterwasserarbeitstechniken	253
11.5.6	Notfallprozeduren beim Mischgastauchen	195	14.2.1	Reinigungs/Konservierungsarbeiten	254
11.6	Dekompressionsverfahren beim Sättigungstauchen	198	14.2.2	Bergungsarbeiten	255
12	<i>Dekompressionskrankheiten und ihre Behandlung</i>	204	14.2.3	Trennverfahren	257
12.1	Taucherkrankheiten	204	14.2.4	Fügearbeiten	261
12.2	Dekompressionskrankheiten	207	14.2.5	Ingenieurbau unter Wasser	265
12.3	Therapeutische Rekompensation und Behandlung	213	14.3	Übersicht über Unterwasserinspektionstechniken	266
12.3.1	Allgemeines	213	14.3.1	Übersichtsinspektionen	266
12.3.2	Behandlung von Dekompressionskrankheiten nach Druckluft/Nitrox Tauchoperationen	215	14.3.2	Zerstörungsfreie (NDT) Inspektionen	268
12.3.3	Behandlung von Dekompressionskrankheiten nach Mischgaseinsätzen	219	14.4	Übersicht über Taucheraktivitäten im Offshore-Bereich	271
12.4	Isobare Gegendiffusion	221	14.4.1	Einführung	271
12.4.1	Einführung und Definitionen	221	14.4.2	Exploration	271
12.4.2	Mathematische und physikalische Modelle	223	14.4.3	Produktion	274
12.4.3	Praktische Anwendungen der isobaren Gegendiffusion	223	14.4.4	Unterwasserinspektionen	279
			14.4.5	Offshore-Unfälle	282
				<i>Literatur</i>	285
				<i>Sachregister</i>	295