

DIN EN ISO 24642



ICS 03.080.30; 03.200.99

Einsprüche bis 2021-10-13

Entwurf

**Dienstleistungen des Freizeittauchens –
Anforderungen an die Ausbildung von Kreislaufgerätetauchern –
Dekompressionstauchen bis 45 m (ISO/DIS 24642:2021);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 24642:2021**

Recreational diving services –
Requirements for rebreather diver training –
Decompression diving to 45 m (ISO/DIS 24642:2021);
German and English version prEN ISO 24642:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-08-13 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nadl@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Dienstleistungen (NADL), 10772 Berlin oder Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 55 Seiten

DIN-Normenausschuss Dienstleistungen (NADL)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 24642:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 228 „Tourism and related services“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 329 „Tourismus-Dienstleistungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 159-02-01 AA „Tourismus-Dienstleistungen“ im DIN-Normenausschuss Dienstleistungen (NADL).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 24801-2 siehe DIN EN ISO 24801-2

ISO 24802-2 siehe DIN EN ISO 24802-2

ISO 24803 siehe DIN EN ISO 24803

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 24801-2, *Dienstleistungen des Freizeittauchens — Anforderungen an die Ausbildung von Freizeit-Gerätetauchern — Teil 2: Ausbildungsstufe 2 — Selbständiger Taucher*

DIN EN ISO 24802-2, *Dienstleistungen des Freizeittauchens — Anforderungen an die Ausbildung von Tauchausbildern — Teil 2: Ausbildungsstufe 2*

DIN EN ISO 24803, *Dienstleistungen des Freizeittauchens — Anforderungen an Dienstleister des Freizeittauchens*

Titel de: Dienstleistungen des Freizeittauchens — Anforderungen an die Ausbildung von Kreislaufgerätetauchern — Dekompressionstauchen bis 45 m (ISO/DIS 24642:2021)

Titel en: Recreational diving services — Requirements for rebreather diver training — Decompression diving to 45 m (ISO/DIS 24642:2021)

Titel fr:

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Kompetenzen	11
5 Voraussetzungen für eine Ausbildung	11
5.1 Allgemeines	11
5.2 Mindestalter	11
5.3 Taucherfahrung	11
5.4 Gesundheitsanforderungen	12
6 Einführende Informationen	12
7 Theoretisches Wissen	12
7.1 Grundlagen zum Kreislaufgerät	12
7.2 Funktion der Kreislaufgerätekompenten	13
7.3 Atemleistung bei Verwendung eines Kreislaufgeräts	14
7.4 Zusammenbau und Prüfungen des Kreislaufgeräts	14
7.5 Dauer der Gasversorgung	15
7.6 Dauer der CO ₂ -Absorption	15
7.7 Prüfungen des Kreislaufgeräts vor dem Einstieg ins Wasser	16
7.8 Durchführung des Tauchgangs	16
7.9 Dekompressionstauchgänge	17
7.9.1 Allgemeines	17
7.9.2 Techniken	17
7.10 Erkennung von und Reaktion auf mögliche Probleme	17
7.10.1 Allgemeine Probleme	17
7.10.2 CO ₂ -bezogene Probleme	18
7.10.3 Zu ergreifende Maßnahmen, wenn der Taucher aus dem Kreislauf atmen kann	18
7.10.4 Zu ergreifende Maßnahmen, wenn der Taucher nicht aus dem Kreislauf atmen kann	18
7.11 Hyperkapnie, Hypoxie und Hyperoxie	19
7.12 Partnersystem	19
7.13 Instandhaltung von Kreislaufgeräten	19
7.14 Erhaltung von Kenntnissen und Fertigkeiten	20
8 Praktische Fertigkeiten	20
8.1 Allgemeines	20
8.2 Verfahrensweisen vor dem Tauchen	20
8.3 Durchführung des Tauchgangs	21
8.4 Notsituationen	22
8.5 Reaktion auf Fehlfunktionen des Kreislaufgeräts	22
8.6 Verfahrensweisen nach dem Tauchen	23
9 Ausbilder	23

10	Ausrüstung und Materialien für die Ausbildung	23
10.1	Ausrüstung für die Ausbildung.....	23
10.2	Materialien für die Ausbildung	24
11	Parameter für die praktische Ausbildung.....	24
11.1	Ausbildungstauchgänge/Ausbildungseinheiten im Wasser.....	24
11.2	Verantwortlichkeiten der Ausbilder	25
11.3	Kreislaufgeräte-Tauchgruppenleiter	25
11.4	Atemgasgrenzwerte.....	26
11.4.1	CCR	26
11.4.2	SCR	26
12	Bewertung.....	26
12.1	Wissen	26
12.2	Bewertung der Fertigkeiten – Nitrox	26
12.3	Bewertung der Fertigkeiten – Trimix	27
12.4	Qualifikationsnachweis.....	27
Anhang A (informativ) Gasdichte und Gasgemische		28
Literaturhinweise.....		29

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 24642:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 228 „Tourism and related services“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 329 „Tourismus-Dienstleistungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 24642:2021 wurde von CEN als prEN ISO 24642:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 228, *Tourism and related services*, erarbeitet.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Kreislaufgeräte (d. h. Atemgeräte, in denen das gesamte oder ein Teil des vom Taucher ausgeatmeten Atemgases im Kreislauf geführt wird und verbrauchter Sauerstoff zurückgeführt wird, um ein atembares Gasgemisch zu behalten) sind einer immer breiteren Masse zugänglich und unter Tauchern immer beliebter. Der Markt für Kreislaufgerätetauchen wächst seit Jahren konstant und wird mittlerweile als groß genug angesehen, dass Ausbildungsorganisationen Normen zu Mindestanforderungen für die Ausbildung benötigen. Kreislaufgeräte ermöglichen es Tauchern, länger und in größere Tiefen zu tauchen. Solche Tiefen könnten über 30 m hinausgehen und erfordern daher unter Umständen das Tauchen mit obligatorischen Dekompressionsstopps. Der nicht ordnungsgemäße Gebrauch von Kreislaufgeräten kann gefährlich sein und aufgrund des falschen Gebrauchs dieser Geräte ist es bereits zu tödlichen Unfällen von Tauchern gekommen. Daher ist es wichtig, die Ausbildung für das Tauchen mit diesen Geräten festzulegen.

Ausbildungsorganisationen, die eine Ausbildung in Übereinstimmung mit diesem Dokument anbieten, dürfen strengere oder mehr Anforderungen in Bezug auf Umfang und Komplexität der Ausbildung stellen, jedoch müssen sie sicherstellen, dass die Tauchschüler zumindest alle in diesem Dokument festgelegten Fertigkeiten und Kenntnisse erfolgreich erlangt haben.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Anforderungen an Ausbildungsprogramme für Kreislaufgerätetaucher fest, die die erforderlichen Kompetenzen vermitteln, um Tauchgänge mit einem Kreislaufgerät durchzuführen, die obligatorische Dekompressionsstopps unter Verwendung eines Nitrox-Atemgasgemisches bis 40 m oder bis 45 m unter Verwendung eines Trimix-Atemgasgemisches erfordern.

Dieses Dokument legt Bewertungskriterien für diese Kompetenzen fest.

Dieses Dokument legt die Anforderungen fest, unter denen die Ausbildung zusätzlich zu den allgemeinen Anforderungen für die Erbringung von Dienstleistungen im Bereich des Freizeittauchens nach ISO 24803 durchgeführt wird.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 11107, *Recreational diving services — Requirements for training programmes on enriched air nitrox (EAN) diving*

ISO 24801-2, *Recreational diving services — Requirements for the training of recreational scuba divers — Part 2: Level 2 — Autonomous diver*

ISO 24802-2, *Recreational diving services — Requirements for the training of scuba instructors — Part 2: Level 2*

ISO 24803, *Recreational diving services — Requirements for recreational diving providers*

ISO/DIS 24063, *Recreational diving services — Requirements for rebreather diver training — No-decompression diving*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1

autonomes Regenerationstauchgerät Kreislaufgerät

Gerät, das einen Gasvorrat hat, der vom Taucher getragen wird und ihm erlaubt unter Wasser zu atmen, sodass es dem Taucher möglich ist, Gas aus einem Atemanschluss, der mit einer Gegenlunge verbunden ist, einzuatmen und Ausatemgas durch ein Absorptionsmittel für Kohlendioxid zu leiten, bevor es aus der Gegenlunge wieder eingeatmet wird und der Partialdruck der eingeatmeten Gase innerhalb des Gerätes innerhalb annehmbarer physiologischer Grenzen bleibt, sodass das Gas innerhalb des Gerätes im Kreislauf geführt wird

[QUELLE: EN 14143:2013, 3.1]

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Atemanschluss kann eine Mundstückgarnitur, eine Halbmaske, eine Vollmaske oder ein Helm sein.

3.2

Kreislaufgerätetyp Typ

primärer Aufbau des Kreislaufgeräts

BEISPIELE Geschlossenes Kreislaufgerät (CCR, en: closed-circuit rebreather), manuell geregeltes geschlossenes Kreislaufgerät (mCCR), elektronisch geregeltes geschlossenes Kreislaufgerät (eCCR), halbgeschlossenes Kreislaufgerät (SCR, en: semiclosed-circuit rebreather), manuell geregeltes SCR (mSCR), elektronisch geregeltes SCR (eSCR).

3.3

Kreislaufgeräteeinheit Einheit

Typ (3.2) von *Kreislaufgerät* (3.1) mit einheitlichen Bedienelementen, Anzeigen und einheitlicher Konfiguration bei mehreren Modellen, bei denen die Bedienung von *Modell* (3.4) zu Modell im Wesentlichen gleich ist

3.4

Kreislaufgerätemodell Modell

vom Hersteller konstruierter spezieller, individueller Aufbau des *Kreislaufgeräts* (3.1)

3.5

Atemgas

vom Taucher eingeatmetes Gas im *Kreislauf* (3.13)

3.6

Speisegas

Gas in einer Flasche, das dem *Kreislauf* (3.13) zugeführt werden darf

3.7

Bailout-Gas Notluft

Gas in einer Flasche, das direkt vom Taucher geatmet werden darf

3.8

sauerstoffangereicherte Luft

Nitrox

EAN, en: enriched air nitrox

atembares Gemisch aus Stickstoff und Sauerstoff mit einem Sauerstoffanteil von mehr als 21 %, das nicht mehr Spurengase enthalten darf als üblicherweise in der Luft vorhanden

[QUELLE: ISO 11107:2009, 3.5]

3.9

Trimix

Gas, das aus einem vorgeschriebenen Gemisch von Sauerstoff, Helium und Stickstoff besteht und in der Lage ist, menschliches Leben bei angemessenen Tauch- und Hyperbarbedingungen zu erhalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies schließt fabrikmäßig hergestellte Gasgemische ein, die aus Kombinationen von reinem Sauerstoff, reinem Helium und reinem Stickstoff mit oder ohne Druckluft besteht.

[QUELLE: EN 14143:2013, 3.20]

3.10

PO₂

Sauerstoffpartialdruck in einem Gasgemisch, üblicherweise speziell in Bezug auf das vom Taucher eingeatmete Atemgasgemisch

3.11

Einstellung

PO₂-Einstellung

PO₂-Wert, der von einem Kontrollsystem genutzt wird, um zu bestimmen, wann ein Magnetventil Sauerstoff in den *Atemkreislauf* (3.13) injiziert

3.12

Atemminutenvolumen

AMV

Produkt aus Atemvolumen und Atemfrequenz, gemessen in Liter je Minute

[QUELLE: EN 14143:2013, 3.10]

3.13

Kreislauf

Atemkreislauf

Teil eines Kreislaufgeräts, durch den Gas zirkuliert, üblicherweise bestehend aus einem Mundstück, einem oder mehreren Atemschläuchen, Gegenlungen, Rückschlagventilen und einem CO₂-Absorptionskanister

3.14

Scrubber

Atemkalkbehälter

CO₂-Absorptionskanister

Behälter im *Atemkreislauf* (3.13), der CO₂-Absorptionsmittel enthält

3.15

begrenztes Gewässer

Schwimmbecken mit einer geeigneten Tiefe für die Aktivität oder Gewässer, das in Bezug auf die Sicht, Tiefe, Bewegung des Wassers sowie den Zugang ähnliche Bedingungen bietet

[QUELLE: ISO 24801-2:2014, 3.5]

3.16

Freigewässer

Gewässer, das bedeutend größer als ein Schwimmbecken ist, und typische Bedingungen eines natürlichen offenen Gewässers bietet

[QUELLE: ISO 24801-2:2014, 3.6]

3.17

Dienstleister

natürliche oder juristische Person, einschließlich jeder Person, die im Namen einer natürlichen oder juristischen Person tätig wird, die eine oder mehrere der folgenden Dienstleistungen anbietet:

- einführende taucherische Aktivitäten;
- Schnorchelausflüge;
- Ausbildung;
- organisierte und geführte Tauchgänge für qualifizierte Taucher;
- Verleih von Tauchausrüstung

[QUELLE: ISO 24803:2017-03, 3.1]

3.18

Sicherheitsstopp

nicht obligatorischer Dekompressionsstopp vor dem Auftauchen nahe der Oberfläche

3.19

Dekompressionsstopp

obligatorischer Stopp beim Aufstieg aus der Tiefe vor dem Auftauchen

3.20

Nullzeittauchen

Tauchen ohne Erfordernis von obligatorischen *Dekompressionsstopps* (3.19)

3.21

Dekompressionstauchen

Tauchen mit obligatorischen *Dekompressionsstopps* (3.19)

4 Kompetenzen

Mit dem Ausbildungsprogramm muss sichergestellt werden, dass die Tauchschüler dafür qualifiziert sind, eigenständig Tauchgänge zu planen und durchzuführen, die obligatorische Dekompressionsstopps mit der spezifischen Kreislauferäteeinheit erfordern, für die der Taucher ausgebildet wurde.

In Übereinstimmung mit diesem Dokument qualifizierte Taucher verfügen über die Kompetenz, mit einem entsprechend qualifizierten Partner

- bis zu 40 m mit einem Kreislauferät zu tauchen, das den Taucher mit einem Nitrox-Atemgasgemisch versorgt

oder

- bis zu 45 m mit einem Kreislauferät zu tauchen, das den Taucher mit einem Trimix-Atemgasgemisch unter Verwendung eines Trimix-Speisegases mit mindestens 20 % Sauerstoff und maximal 35 % Helium versorgt.

Damit ein Taucher als qualifiziert dafür gilt, mit einer bestimmten Kreislauferäteeinheit zu tauchen, für die er zuvor keine Ausbildung erhalten hat, benötigt der Taucher eine einheitenspezifische Weiterbildung.

Mit dem Ausbildungsprogramm muss sichergestellt werden, dass die Tauchschüler alle theoretischen Konzepte oder Fertigkeiten in Bezug auf den Typ, die Einheit und das Modell des Kreislauferäts, das sie verwenden werden, vollumfänglich verstehen. Die Tauchschüler müssen eine Übersicht über jegliche Informationen erhalten, die nicht speziell für ihr Kreislauferät gelten, aber dies muss nur rein informativ erfolgen, damit ihnen die allgemein möglichen Konfigurationen bekannt sind, die andere Taucher nutzen dürfen.

5 Voraussetzungen für eine Ausbildung

5.1 Allgemeines

Der Dienstleister muss sicherstellen, dass die Tauchschüler die folgenden Voraussetzungen erfüllen, um an dem vorgesehenen Kurs teilzunehmen.

5.2 Mindestalter

Das Mindestalter für die Teilnahme an einem Ausbildungsprogramm in Übereinstimmung mit diesem Dokument muss 18 Jahre betragen.

5.3 Taucherfahrung

Um an einem Ausbildungsprogramm in Übereinstimmung mit diesem Dokument teilzunehmen, müssen die Tauchschüler entweder

- alle Kompetenzanforderungen in Übereinstimmung mit ISO 24063 erfüllt und 20 Tauchgänge im Freigewässer mit mindestens 20 Stunden unter Wasser mit einem Kreislauferät protokolliert haben

oder

- in Übereinstimmung mit ISO 24801-2 qualifiziert sein und
- in Übereinstimmung mit ISO 11107 (Nitrox) qualifiziert sein und

- in den Verfahrensweisen für das Dekompressionstauchen ausgebildet sein und mindestens fünf Tauchgänge mit tatsächlichen oder simulierten Dekompressionsstopps durchgeführt haben und
- 30 Tauchgänge im Freigewässer mit mindestens 25 h unter Wasser mit einem Tauchgerät mit offenem System sowie mindestens fünf Tauchgänge in eine Mindestdtiefe von 30 m protokolliert haben.

5.4 Gesundheitsanforderungen

Dokumentierte Belege sind einzufordern, dass die Tauchschüler mithilfe eines entsprechenden Fragebogens oder einer medizinischen Untersuchung in Bezug auf ihre Eignung für das Freizeittauchen medizinisch überprüft worden sind.

ANMERKUNG Ein Beispiel für einen medizinischen Fragebogen und begleitende Leitfäden für Ärzte kann den Literaturhinweisen entnommen werden.

Im Zweifelsfall muss der Ausbildungsdienstleister die Tauchschüler an entsprechende medizinische Fachkräfte verweisen. Falls die Tauchschüler nicht von einem Arzt untersucht werden, müssen die Tauchschüler verpflichtend durch Unterschrift bestätigen, dass sie die schriftlichen Informationen vom Ausbilder zu Krankheiten und Gesundheitszuständen, die beim Tauchen ein Risiko darstellen können, verstanden haben.

Tauchschüler müssen auf die Wichtigkeit geeigneter, regelmäßiger medizinischer Untersuchungen hingewiesen werden.

6 Einführende Informationen

Den Tauchschülern müssen vor oder während der ersten Unterrichtsstunde oder dem ersten Treffen die Informationen in Übereinstimmung mit ISO 24803 zur Verfügung gestellt werden.

Insbesondere müssen die Tauchschüler darüber informiert werden, dass sie ausgebildet werden, mit einer bestimmten Kreislauferätteeinheit

- bis zu 40 m mit einem Kreislauferät zu tauchen, das den Taucher mit einem Nitrox-Atemgasgemisch versorgt

oder

- bis zu 45 m mit einem Kreislauferät zu tauchen, das den Taucher mit einem Trimix-Atemgasgemisch unter Verwendung eines Trimix-Speisegases mit mindestens 20 % Sauerstoff und maximal 35 % Helium versorgt.

7 Theoretisches Wissen

7.1 Grundlagen zum Kreislauferät

Mit dem Ausbildungsprogramm muss sichergestellt werden, dass die Tauchschüler folgende Kenntnisse haben:

- die Definition eines Kreislauferäts;
- der Unterschied zwischen einem Kreislauferät und einem Tauchgerät mit offenem System;

- Vorteile und Einschränkungen der verschiedenen Kreislaufgerätetypen [z. B. geschlossenes Kreislaufgerät (CCR), halbgeschlossenes Kreislaufgerät (SCR), elektronisch geregeltes SCR (eSCR), manuell geregeltes CCR (mCCR), manuell geregeltes SCR (mSCR), hybrides geschlossenes Kreislaufgerät (hCCR)];
- das Konzept einheitenspezifischer Anforderungen;
- Erhalt des PO₂ innerhalb physiologischer Grenzen.

7.2 Funktion der Kreislaufgerätekomponenten

Mit dem Ausbildungsprogramm muss sichergestellt werden, dass die Tauchschüler Kenntnisse über die Funktion der folgenden Komponenten eines Kreislaufgeräts haben, mit Schwerpunkt auf den speziellen Funktionen der Einheit, die sie während der Ausbildung nutzen werden:

- Kreislauf, Definition von „Mindestkreislauf/optimaler Kreislauf“ und Kreislaufvolumen;
- Gegenlungen;
- Einatem- und Ausatemschläuche;
- Rückschlagventile (Tellerventile);
- Scrubber (CO₂-Absorptionsmittel);
- Sauerstoffsensor(en);
- Gasversorgungen (dies muss, sofern anwendbar, Folgendes umfassen: Sauerstoff, Verdünnungsgas oder andere Speisegase);
- Ventile zur Gaszugabe (dies muss, sofern anwendbar, Folgendes umfassen: manuelles, automatisches Verdünnungsgasventil (ADV, en: automatic diluent valve) oder andere automatische Gaszugabe);
- Überdruckventil (OPV, en: overpressure valve);
- Mundstück, abspergbares Mundstück (DSV, en: dive surface valve);
- Bailout-Ventil (BOV);
- Anzeigen (einschließlich, sofern anwendbar, Handgerät, Head-up-Display (HUD) oder sonstige);
- Kontrollmodule;
- Alarm- und Warnsysteme;
- Firmware, Software einschließlich Updates und Downloads von Tauchprofilen;
- Gasflasche(n);
- Regler;
- Flaschenventil(e);
- Flaschendruckanzeigen;
- CO₂- und Heliumüberwachungssysteme.

7.3 Atemleistung bei Verwendung eines Kreislaufgeräts

Mit dem Ausbildungsprogramm muss sichergestellt werden, dass die Tauchschüler Kenntnisse über die Faktoren haben, die die Atemleistung bei Verwendung eines Kreislaufgeräts beeinflussen:

- Auswahl der Gase (siehe Zusatzinformationen in Anhang A), Auswirkung der Dichte, maximale Tauchtiefe mit den verschiedenen Gasen und Vorteile von Trimix (z. B. 20 % Sauerstoff und 35 % Helium);
- Gasdichte;
- Atemfrequenz und Atemvolumen des Tauchers;
- Aufbau des Kreislaufgeräts (z. B. Typ, Einheit, Modell);
- Haltung und Trimm des Tauchers;
- Größe, Sitz und Platzierung von Gegenlungen;
- Kreislaufvolumen.

Mit dem Ausbildungsprogramm muss sichergestellt werden, dass die Tauchschüler folgende Kenntnisse über den Gasstoffwechsel mit Kreislaufgeräten haben:

- Sauerstoffverbrauch;
- CO₂-Erzeugung.

7.4 Zusammenbau und Prüfungen des Kreislaufgeräts

Mit dem Ausbildungsprogramm muss sichergestellt werden, dass die Tauchschüler Kenntnisse über die folgenden Aspekte zum Zusammenbau und zu Prüfungen von Kreislaufgeräten haben (je nach der für die Ausbildung genutzten Einheit):

- Verwendung von einheitenspezifischen Checklisten;
- Batterieleistung;
- Sauerstoffsensoren (z. B. Alter, Unversehrtheit und Kalibrierung);
- Einrichtung und Funktionsfähigkeit von Kontrollsystemen, einschließlich PO₂-Überwachung und -Kontrolle;
- CO₂-Überwachungssystem;
- Scrubber-Behälter, ordnungsgemäße Vorbereitung für Tauchgänge, einschließlich Befüllung und Dichtungen;
- Rückschlagventile (Tellerventile);
- Bedienung des Ventils im Mundstück, Bissfestigkeit und Sicherheit;
- Gasversorgungen (Zusammensetzung und Druck aller Gase);
- Erfordernis, Gassysteme langsam mit Druck zu beaufschlagen, insbesondere Hochdruck-Sauerstoffsysteme;

- Gasanschlüsse und Gaszuführungen zum System;
- Notfallsystem (Bailout-System);
- Unversehrtheit des Kreislaufs, einschließlich Über- und Unterdruckprüfungen;
- Funktionsfähigkeit des Kreislauf-Überdruckventils (OPV) und wie es bei Bedarf auf Tauchmodus eingestellt wird;
- Anzeigen und Warnsysteme;
- Sitz und Funktionsfähigkeit des Tariermittels;
- Platzierung von Gewichten;
- Zusammenbau und Einstellung der Tragevorrichtung.

7.5 Dauer der Gasversorgung

Mit dem Ausbildungsprogramm muss sichergestellt werden, dass die Tauchschüler Kenntnisse über die Faktoren haben, die die Dauer der Gasversorgung beeinflussen:

- häufige Aktivierung der Ventile zur Gaszugabe;
- Ausblasen der Maske;
- Ausspülen des Kreislaufs;
- häufiges Ändern der Tiefe;
- Aufblasen eines Trockentauchanzugs und Tariermittels (BCD, en: buoyancy compensation device) (falls die Zufuhr über die Gasversorgung des Kreislaufgeräts erfolgt).

7.6 Dauer der CO₂-Absorption

Mit dem Ausbildungsprogramm muss sichergestellt werden, dass die Tauchschüler Kenntnisse über die Faktoren haben, die die Dauer der CO₂-Absorption beeinflussen:

- Wassertemperatur;
- Eindringen von Wasser;
- Größe des Kanisters;
- Tiefe;
- Arbeitsleistung;
- vom Hersteller angegebene(s) Absorptionsmittel und Korngröße.