HALCYON™ AMBIOS



HALCYON™ WORLDWIDE
DIVE SYSTEMS EST.96

_REBREATHER MANUAL
v1.2 - Rev 11/25 - **GERMAN**

INHALTSVERZEICHNIS

1 Allgemeine Informationen und Warnhinweise 5
1.1 Einleitung 5
1.2 Warnungen 6
1.3 Herstellerinformationen 7
1.4 Zertifizierung 7
2 Übersicht 7
2.1 Einleitung 7
2.2 Sicherheitsaspekte 8
2.3 Nutzungsbeschränkungen 8
2.3.1 Tiefengrenzen 8
2.3.2 Temperaturgrenzen 8
2.3.3 Betriebsdauer des Atemkalkbehälters 8
2.4 Risikobewertung 9
2.4.1 Belastungsstufen 9
2.4.2 Vertikale Position mit Kopf nach oben oder unten 9
2.4.3 Erwartete Konzentrationen der eingeatmeten Gase 9
2.4.4 Sichtbarkeit 10
2.4.5 Verwendung von Gasen mit hohem Sauerstoffgehalt 10
2.4.6 Mögliche langfristige gesundheitliche Auswirkungen 11
2.4.7 Bailout-Anforderungen 11
2.5 Funktionsumfang und Merkmale 12
2.5.1 Allgemeine Beschreibung und Funktionsprinzipien 12
2.5.2 Technisches Diagramm 13
2.5.3 Grundlegendes Funktionsprinzip 14
2.5.4 Funktioneller Ablauf des Atemkreislaufs 14
3 Technische Merkmale und Konstruktion 15
3.1 Technische Spezifikationen 15
3.2 CO_2-Atemkalkbehälter 18
3.2.1 Gehäuse des CO_2-Atemkalkbehälters 18
3.2.2 CO_2-Atemkalkbehälter 18
3.2.3 Gasströmungsweg 19
3.3 Atemkreislauf 19
3.3.1 Tauch-/Oberflächenventil (DSV) 20
3.4 Gegenlungen 20
3.4.1 Verwendung der Gegenlungen 20
3.5 Kombination ADV/BOV 21
3.5.1 Wählring 22
3.5.2 Elektronische Integration 22
3.6 CCR-Kopf und Elektronik 23
3.6.1 Position und Betrieb des CCR-Kopfes 24

LED-Anzeigemodi – Kurzübersicht 24
3.6.2 Einschalten des Symbios CM Rebreathers 25
3.6.3 Ausschalten des Geräts 25
3.6.4 Standby-Modus 25
3.6.5 Reisemodus 26
3.6.6 Verlassen des Reisemodus 26
3.6.7 Laden des Akkus des CCR-Kopfes 26
3.6.8 Kommunikation mit dem CCR-Kopf 27
3.6.8.1 Kopplung mit der Halcyon-App 27
3.6.8.2 Koppeln des CCR-Kopfes mit einem Handset oder HUD 29
3.6.8.3 USB-Modus 30
3.7 Sauerstoffregelungselektronik / Symbios Guardian r-OS™ 31
3.7.1 Systemarchitektur 31
3.7.2 Steuerungs- und Schutzfunktionen 31
3.7.3 Kommunikation und Warnmeldungen 31
3.7.4 Sauerstoffsensoren 32
3.7.4.1 Sensorpositionierung 34
3.7.4.2 Halcyon GreenFlash™ Optode 34
3.7.5 SetPoints für den Sauerstoffpartialdruck 36
3.7.6 Drahtlose Verbindung / Symbios Wi-Dive™ 37
3.7.7 Aktives Warnsystem 37
Vibrationssignale und ihre Bedeutung 38
3.8 Sauerstoffversorgungssystem des Symbios CM Rebreathers 39
3.8.1 Sauerstoffregler 39
3.8.2 Bord-Sauerstoffflasche 41
3.9 Überwachungsinstrumente 41
3.9.1 Symbios-Handbücher 41
3.9.2 Elektronik und Displays 41
3.9.3 Anzeigen von Symbios Handset und HUD 42
3.9.4 Systemmerkmale 42
3.9.5 Anzeigeparameter 42
3.9.6 Wichtige Systembeschränkung 43
3.9.7 Verantwortung des Tauchers 43
3.9.8 Symbios-Handset 43
3.9.9 Symbios HUD 43
3.9.10 Kopplung von Handset und HUD mit CCR-Kopf 44
4 Außenhülle 44
5 Montage und Vorbereitung zum Tauchen 46
5.1 Befüllen mit CO_2-Absorptionsmittel 46
5.2 Vorbereiten und Installieren des CCR-Kopfes 53
5.2.1 Kalibrierung des CCR-Kopfes mit den Sauerstoffsensoren 53
5.2.2 Kalibrierungsbildschirme und Daten 54
5.2.3. Kalibrierungsfehler 54
5.2.4. Abschluss der Kalibrierung 54

5.2.5 Systemverifizierung 56
5.3 Montage des CCR-Kopfes 56
5.3.1 Anschließen der Sauerstoffzufuhrschläuche 59
5.4 Montage des ADV/BOV 60
5.5 Montage der Gegenlungen 63
5.6 Einbau der Onbord-Sauerstoffflasche und des Reglers 65
5.7 Installation des Atemkreislaufs 66
5.8 Überprüfung der Diluentgaszufuhr 69
5.9 Dichtheitsprüfungen des Atemkreislaufs 70
6 Tauchen mit dem Symbios CM Rebreather 74
6.1 Aktivieren des Geräts 74
6.2 Ausschalten des Geräts 74
6.3 SetPointregelung 75
6.4 Funktionsprüfung vor dem Tauchgang 75
6.5 Befestigung des Geräts am Taucher 76
6.6 Schutz gegen Wassereintritt 76
6.6.1 Einsetzen des Mundstücks 77
6.7 Logik und Sensorregeln für die Sauerstoffzugabe 78
6.7.1 Niedriger pO_2-SetPoint 78
6.7.2 Hoher pO_2-SetPoint 79
6.7.3 Dynamischer (automatischer) pO_2-SetPoint 79
6.8 Bewährte Tauchverfahren 79
6.8.1 Minimales Atemkreislaufvolumen 79
6.8.2 Dekompression mit O_2 79
6.8.3 Umstellung auf CC+ 79
6.8.4 Tauchen im Team 79
6.8.5 Moderate pO_2-Werte 80
6.8.6 Atemtechnik und Trimm 80
6.9 Allgemeine Hinweise zum Tauchen 80
6.9.1 Änderung der Körperposition 80
6.9.2 Steuerung des Atemkreislaufvolumens 80
6.10 Notfallmaßnahmen 81
6.10.1 Bailout-Bereitschaft 81
6.10.2 Hypoxie (niedriger pO_2-Wert) 81
6.10.3 Hyperoxie (hoher pO_2-Wert) 81
6.10.3 Hyperkapnie (CO_2-Durchbruch) 82
6.10.4 Gefluteter Atemkreislauf und Gefahren durch einen „Caustic Cocktail“ 82
6.10.5 Elektronik- oder Displayausfall 82
6.10.6 Totalausfall des Systems 83
7 Pflege nach dem Tauchgang 83
7.1 Ausschalten 83
7.2 Äußeres Abspülen 83
7.3 Desinfektion 84
7.4 Atemregler und CCR-Kopf 84

7.5 Atemkalkbehälter und Außenhülle 84
7.6 Entfernen des Absorptionsmittels 84
7.7 Trocknung und Lagerung 84
8 Lagerung des Symbios CM Rebreathers 85
8.1 Lagerumgebung 85
8.2 Vorbereitung vor der Lagerung 85
8.3 Konfiguration für die Lagerung 85
8.4 Batteriewartung 85
8.5 Wartungsintervalle und regelmäßige Inspektionen 86
8.6 Autorisierte Wartung und Benutzerwartung 88
8.7 Anpassung der Wartungsintervalle an die Nutzung 88
9 Hinweise 88
9.1 Kennzeichnung 88
9.2 Marken 88
9.3 Urheberrecht 89
9.4 Haftungsausschluss 89
9.4.1 Übersetzungshinweis 89
10 Garantie 89
10.1 Haftungsbeschränkungen, Garantieausschluss und Risikoübernahme 90
10.1.1 Risikoübernahme 90
10.1.2 Zusätzliche Verantwortung des Nutzers 90
10.1.3 Ausgeschlossene Risiken 90
10.1.4 Beschränkung der Ansprüche 91
10.1.5 Beschränkte Garantie; Ausschluss weiterer Garantien 91
10.1.6 Haftungsbeschränkung 91
10.1.7 Internationales Kaufrecht und lokales Recht 91
10.1.8 Anwendbares Recht und Gerichtsstand 92
10.1.9 Vollständige Vereinbarung 92
11 Informationen 92
Anhang A: Konformitätserklärungen 93
Symbios CM Rebreather 93
Symbios-Handset 93
Symbios HUD 94
Symbios Tank Pod 94
Anhang B: Fehlerbehebung 96
Anhang C: Checklisten 97

1 Allgemeine Informationen und Warnhinweise

1.1 Einleitung

Der Symbios CM Rebreather ist zusammen mit einem kompatiblen Tauchcomputer als persönliche Schutzausrüstung gemäß der EU-Verordnung 2016/425 eingestuft und schützt vor Risiken, die in der PSA-Risikokategorie III (a) aufgeführt sind: Stoffe und Gemische, die gesundheitsgefährdend sind.

Gemäß Anhang I der EU-PSA-Verordnung 2016/425 schützt der Symbios CM Rebreather den Benutzer/Taucher vor folgenden Risiken:

- Atmosphären mit Sauerstoffmangel
- Ertrinken

indem Atemgas bereitgestellt und wiederaufbereitet wird, einschließlich der Entfernung von CO_2 und der automatischen Regelung des pO_2. Das Kreislauftauchgerät warnt den Taucher bei niedrigem Flaschendruck oder wenn der pO_2 unter 0,4 bar beziehungsweise über 1,6 bar liegt.

Diese persönliche Schutzausrüstung ist für den Einsatz unter Wasser konzipiert. Sie bietet nur dann Schutz vor den genannten Risiken, wenn sie korrekt angewendet wird. Dieses Produkt darf nur verwendet werden, wenn der Benutzer mit dieser Bedienungsanleitung bestens vertraut ist und eine Schulung bei einer akkreditierten Tauchorganisation absolviert hat, die speziell für das Tauchen mit dem Symbios CM Rebreather freigegeben ist. Der Benutzer des Geräts muss für die Verwendung des Symbios CM Rebreathers zertifiziert sein.

HINWEIS

Pflichtlektüre
Sie müssen dieses Handbuch und das Handbuch des kompatiblen Tauchcomputers lesen und vollständig verstehen, bevor Sie den Symbios CM Rebreather verwenden.

Die neuesten Versionen, Updates und herunterladbaren Handbücher finden Sie hier: Halcyon Symbios Handbücher

In diesem Handbuch werden die folgenden drei Warnhinweise verwendet: Die Symbole WARNUNG, VORSICHT und HINWEIS geben den Benutzern die notwendigen Informationen über potenzielle Gefahren und die richtige Vorgehensweise.

⚠ WARNUNG

Warnhinweise beschreiben potenziell gefährliche Situationen, die, wenn sie nicht vermieden werden, zu schweren Verletzungen oder sogar zum Tod führen können.

⚠ VORSICHT

VORSICHT weist auf eine Gefahrensituation hin, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu leichten oder mittelschweren Verletzungen führen kann.

HINWEIS

HINWEISE dienen dazu, wichtige Informationen über Installation, Betrieb, Wartung, Leistung, allgemeine wichtige Tipps oder Anweisungen für ein Verfahren oder eine Situation bereitzustellen, die, wenn sie nicht ordnungsgemäß durchgeführt wird, Schäden am Gerät verursachen können, die jedoch nicht mit körperlichen Verletzungen in Zusammenhang stehen.

1.2 Warnungen

Kurze Sicherheitshinweise – Symbios CM Rebreather

Vor Gebrauch lesen!

⚠ WARNUNG

Schulung erforderlich – Der Symbios CM Rebreather darf nur nach erfolgreichem Abschluss einer zertifizierten Schulung bei einem autorisierten Ausbilder verwendet werden.

Kein Ersatz für die Ausbildung – Dieses Handbuch dient nur als Referenz; es ersetzt keine formale Rebreather-Schulung.

Lebensgefahr – Ein CCR kann ohne Vorwarnung ausfallen. Führen Sie stets ein unabhängiges Bailout-System mit, das für einen sicheren Aufstieg ausreicht.

Obligatorische Prüfungen – Führen Sie alle Tests vor einem Tauchgang durch, überwachen Sie den pO_2-Wert kontinuierlich und halten Sie die Wartungsintervalle genau wie vorgeschrieben ein.

Keine unautorisierten Änderungen – Änderungen oder nicht zugelassene Teile führen zum Erlöschen der CE-Zertifizierung, der Garantie und der Herstellerverantwortung.

Nur für zugelassene Verwendung – Nur mit zertifizierten Flaschen und Komponenten verwenden, die den Vorschriften des jeweiligen Landes entsprechen.

Verantwortung des Tauchers – Ein sicherer Betrieb hängt von Ihrer Wachsamkeit, Ihrer Ausbildung und der Einhaltung der Herstelleranweisungen ab.

Sauerstoffbrand-/Explosionsgefahr
Der Umgang mit Sauerstoff birgt erhebliche Brand- und Explosionsgefahren. Die strikte Einhaltung der folgenden Regeln ist zwingend erforderlich:

Alle an den Sauerstoffregler angeschlossenen Komponenten müssen sauerstoffgereinigt und sauerstoffverträglich sein. Dies umfasst Schläuche, Schlauchverbindungen, Armaturen, Hochdruckschläuche und Miteldruckschläuche.

Das Anschließen oder Trennen von Sauerstoffschläuchen darf nur von geschultem Personal durchgeführt werden, das für die Wartung sauerstoffreiner Systeme qualifiziert ist.

Schläuche dürfen niemals in einer verunreinigten oder nicht sauerstoffreinen Umgebung angeschlossen oder getrennt werden. Kohlenwasserstoffe, Fette, Staub oder Partikel können als Zündquellen wirken.

Verwenden Sie niemals eine Sauerstoffflasche, die wärmer als 30 °C/86 °F ist. Hohe Temperaturen erhöhen die Entzündungsgefahr.

Das System muss stets langsam unter Druck gesetzt werden. Hinweis: Ein Ventil langsam zu öffnen ist nicht dasselbe wie langsam unter Druck zu setzen. Achten Sie auf eine schrittweise Druckerhöhung, um eine adiabatische Erwärmung zu vermeiden.

Vor der Demontage die Schläuche vollständig drucklos machen. Das Öffnen oder Entfernen von Armaturen unter Druck kann zu Bränden oder Explosionen führen.

Es dürfen ausschließlich zugelassene Schmier- und Dichtungsmaterialien verwendet werden.

Nicht zugelassene Materialien können sich unter Sauerstoffeinwirkung entzünden.

Die Nichteinhaltung dieser Anforderungen birgt ein hohes Risiko von Bränden, Explosionen, schweren Verletzungen oder Tod.

Der Hersteller übernimmt keine Verantwortung oder Haftung, wenn diese Regeln nicht strikt eingehalten werden.

Mit dem Tauchgang mit dem Symbios CM Rebreather erkennen Sie diese Risiken an und übernehmen die volle Verantwortung für die ordnungsgemäße Verwendung und die Einhaltung der EU-CE-Normen.

1.3 Herstellerinformationen

Halcyon Manufacturing
24587 NW 178th Pl
High Springs, FL 32643, USA
info@halcyon.net

1.4 Zertifizierung

Modul B Halcyon: CW/PPER/9/08/2025

——————————

Modul D Halcyon: CW/PPER/10/08/2025

2 Übersicht

2.1 Einleitung

Herzlichen Glückwunsch zur Wahl des Halcyon Symbios CM Rebreathers. Dieses brustgetragene Kreislaufatemgerät repräsentiert die neueste Generation der Halcyon-Ingenieurskunst und vereint jahrelange Entwicklung und Praxiserprobung zu einem leichten, zuverlässigen und leistungsstarken System.

Der Symbios CM Rebreather wurde für zuverlässige Leistung in unterschiedlichsten Tauchumgebungen entwickelt und erfüllt die Bedürfnisse von Freizeittauchern und fortgeschrittenen technischen Tauchern gleichermaßen. Sein kompaktes Design, die innovative Konfiguration vor der Brust und die hochmoderne Elektronik machen ihn gleichermaßen geeignet für Reisen, Training und Expeditionen.

Das Symbios CM Rebreather-System zeichnet sich durch Redundanz, Flexibilität und Langlebigkeit aus. Es kombiniert bewährte CO_2-Abscheidungstechnologie mit fortschrittlicher Sauerstoffüberwachung und drahtloser Konnektivität. So können Sie sich voll und ganz auf Ihren Tauchgang konzentrieren und gleichzeitig Ihr Lebenserhaltungssystem präzise steuern. Funktionen wie der schnelle Aufbau, die intuitive Demontage und die nahtlose Integration in das Halcyon Symbios-Ökosystem sorgen für zusätzliche Sicherheit, Effizienz und Benutzerfreundlichkeit.

Ihr Symbios CM Rebreather ist für entsprechend ausgebildete und qualifizierte Taucher bestimmt, die das Gerät gemäß den Anweisungen in diesem Handbuch montieren, vorbereiten und bedienen können. Bei korrekter Schulung und Pflege wird der Symbios CM Rebreather zu einem zuverlässigen Begleiter bei Tauchgängen – von flachen Sporttauchgängen bis hin zu anspruchsvollen technischen Expeditionen.

2.2 Sicherheitsaspekte

Bitte lesen und verstehen Sie die Informationen in diesem Handbuch vollständig, bevor Sie den Symbios CM Rebreather verwenden. Beachten Sie, dass Tauchen mit vielen Risiken verbunden ist. Ein Rebreather-Computer kann Sie dem Risiko schwerer Verletzungen oder des Todes durch Dekompressionskrankheit, Sauerstoffvergiftung oder andere tauchbedingte Risiken aussetzen.

Sie sollten den Symbios CM Rebreather nicht verwenden, wenn Sie sich der Risiken nicht bewusst sind oder diese nicht akzeptieren.

Alle nachfolgenden Änderungen oder Aktualisierungen dieses Handbuchs werden verfügbar sein aufHalcyon.net und vom Hersteller zugelassene Ausbilder.

2.3 Nutzungsbeschränkungen

2.3.1 Tiefengrenzen

Der Symbios CM Rebreather wurde gemäß EN 14143:2013 bis zu einer maximalen Betriebstiefe von 100 m/330 ft getestet und zertifiziert.

- Bei Verwendung von Luft als Diluentgas beträgt die maximale Einsatztiefe aufgrund des Sauerstoffpartialdrucks und der Gefahr der Narkose 40 m.
- Bei Verwendung von Trimix als Diluentgas beträgt die maximale Einsatztiefe 100 m/330 ft, vorausgesetzt, es liegen entsprechende Schulungen, Zertifizierungen und eine sorgfältige Tauchgangsplanung vor.

⚠ WARNUNG

Eine Überschreitung dieser Grenzwerte führt zum Verlust der CE-Konformität und kann schwere Verletzungen oder den Tod zur Folge haben.

2.3.2 Temperaturgrenzen

Der Symbios CM Rebreather ist gemäß EN 14143:2013 für den Einsatz im Temperaturbereich von +4 °C/39 °F bis +34 °C/93 °F zugelassen.

- Kurzzeitlagerung: -10 °C bis +50 °C
- Langzeitlagerung: +5 °C bis +20 °C

⚠ VORSICHT

Die Verwendung außerhalb des zugelassenen Betriebsbereichs kann zu unzuverlässiger Funktion, verminderter Leistung des Abgasreinigungssystems oder zu Verletzungen des Tauchers führen.

2.3.3 Betriebsdauer des Atemkalkbehälters

⚠ VORSICHT

Laufzeit des Atemkalkbehälters und CO_2-Risiko
Der Symbios CM Rebreather ist mit einem axialen CO_2-Atemkalkbehälter ausgestattet, der gemäß EN 14143:2013 geprüft wurde.

- Maximale validierte Betriebsdauer: 160 Minuten (2 Stunden 40 Minuten) bei:
  - RMV: 40 l/min
  - CO_2-Einspritzung: 1,6 l/min
  - Wassertemperatur: +4 °C / 39 °F
  - Tiefe: 40 m / 130 Fuß Profil

⚠ WARNUNG

Die Einsatzdauer des Atemkalk hängt stark von der Arbeitsbelastung, der Wassertemperatur, der Tauchtiefe und den Atembedingungen ab. Eine Überschreitung der validierten Einsatzdauer oder Tauchgänge unter höherer Arbeitsbelastung können zu einem vorzeitigen CO_2-Durchbruch führen und bergen ein ernstes Risiko einer Hyperkapnie.

2.4 Risikobewertung

2.4.1 Belastungsstufen

Der Symbios CM Rebreather wurde gemäß EN 14143:2013 unter folgenden Atemminutenvolumina (RMV) getestet:

- 40 l/min RMV – Standardtestbedingungen für die Dauer- und Leistungsbewertung von CO_2-Atemkalkbehältern
- 62,5 l/min RMV – Referenzwert für erhöhte Arbeitslast bei Notfallleistungstests
- 75 l/min RMV – Maximale Belastungsgrenze für die Atemarbeit

Die Leistung des Symbios CM Rebreathers ist innerhalb dieser Bereiche zertifiziert. Die Verwendung oberhalb dieser Grenzwerte wurde nicht gemäß den CE-Normen geprüft und kann die Sicherheit beeinträchtigen.

⚠ WARNUNG

Taucher sollten bei höherer Arbeitsbelastung von einer reduzierten Ausdauer des Atemkalk und einem erhöhten Sauerstoffverbrauch ausgehen und bei der Planung von Tauchgängen unter anstrengenden Bedingungen konservative Sicherheitsmargen einhalten.

2.4.2 Vertikale Position mit Kopf nach oben oder unten

⚠ VORSICHT

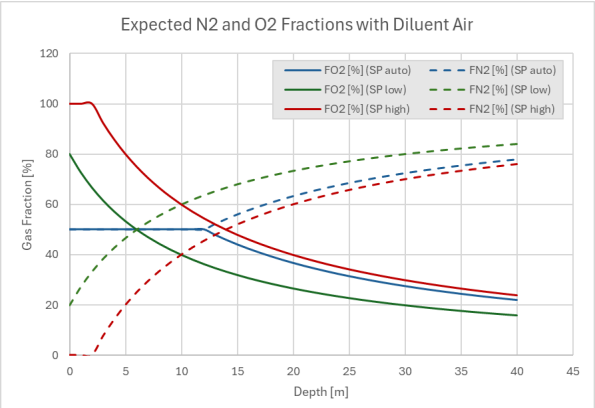
VORSICHT – Taucherposition und Variabilität der Atemleistung

- Der Symbios CM Rebreather ist CE-geprüft gemäß EN 14143:2013, aber der Atemwiderstand ändert sich, wenn sich Taucher in verschiedenen Positionen im Wasser bewegen.
- Bei Beschwerden sollten Taucher unverzüglich auf ein Bailout-System mit offenem Kreislauf umsteigen, bis die Atmung wieder unbeschwert ist.

2.4.3 Erwartete Konzentrationen der eingeatmeten Gase

Der erwartete SetPointbereich für das Kreislaufgerät liegt zwischen 0,5 und 1,4 bar. Im Standard-Regelmodus wird der Sauerstoffanteil (FO_2) bis zu einer Tiefe von 12 m konstant gehalten. Unterhalb dieser Tiefe wird der SetPoint automatisch auf 1,1 bar eingestellt. Zusätzlich stehen zwei feste SetPoint von 0,8 bar und 1,2 bar zur manuellen Auswahl bereit.

Das folgende Diagramm veranschaulicht die Sauerstoff- (O_2) und Stickstoffanteile (N_2) bei Verwendung von Luft als Diluent und zeigt, wie diese mit der Tiefe und dem SetPoint Modus variieren.



Tauchgänge jenseits der maximal empfohlenen Sporttauchtiefe von 40 Metern erfordern eine spezielle Ausbildung, da die Risiken deutlich ansteigen. Um die maximale Betriebstiefe von 100 Metern zu erreichen, ist die Verwendung eines Trimix-10/70-Diluentgass (10 % O_2, 70 % He, 20 % N_2) notwendig und darf nur von entsprechend ausgebildeten und qualifizierten Tauchern unternommen werden.

⚠ VORSICHT

Grenzwerte für die Sauerstoffexposition

_ Der Symbios CM Rebreather ist für den Betrieb mit Sauerstoff-SetPoint zwischen 0,5 und 1,4 bar pO_2 zertifiziert (EN 14143:2013).

_ Hypoxierisiko: Ein inspiratorischer pO_2-Wert unter 0,16 bar kann zu Bewusstlosigkeit und Tod führen.

_ Hyperoxierisiko: Ein inspiratorischer pO_2-Wert über 1,6 bar kann zu einer Sauerstofftoxizität im ZNS und zu Krämpfen führen, wodurch Ertrinkungsgefahr besteht.

_ Die Taucher müssen den SetPoint entsprechend der geplanten Tiefe, der Arbeitsbelastung und dem Gasgemisch auswählen und den pO_2-Wert während aller Phasen des Tauchgangs kontinuierlich überwachen.

_ Die Sauerstoffexposition muss gemäß anerkannten Standards (z. B. NOAA CNS- und OTU-Tabellen) und der Ausbildung des Tauchers geregelt werden.

2.4.4 Sichtbarkeit

⚠ WARNUNG

Sichtbarkeitsanforderung

Während eines Tauchgangs muss der Taucher alle wichtigen Informationen, die auf dem Handset und/oder dem HUD angezeigt werden, klar und kontinuierlich ablesen können. Gemäß EN 14143 erfordert der sichere Betrieb eines Kreislauftauchgeräts, dass der Benutzer jederzeit die Daten der Lebenserhaltungssysteme überwachen kann.

Das Symbios CCR darf daher nur in Gewässern verwendet werden, in denen die Sichtweite etwa 30 cm/1 Fuß übersteigt. Der Betrieb des Rebreathers unter Bedingungen, die es dem Taucher unmöglich machen, das Handdisplay oder das HUD abzulesen, erhöht das Risiko einer Fehlbedienung des Geräts, des Nichterkennens unsicherer pO_2-Werte und der daraus resultierenden Verletzungen oder des Todes erheblich.

2.4.5 Verwendung von Gasen mit hohem Sauerstoffgehalt

Der Symbios CM Rebreather kann den Sauerstoffpartialdruck innerhalb des CE-konformen Bereichs von 0,5 bis 1,4 bar pO_2 halten. Die Verwendung hoher Sauerstoffanteile erfordert die strikte Einhaltung der geltenden Richtlinien zur Sauerstoffexposition.

_ Die Sauerstofftoxizität für das zentrale Nervensystem (ZNS) hängt vom

Sauerstoffdruck und der Expositionszeit ab. Taucher müssen ihre Tauchgänge innerhalb der von der NOAA festgelegten ZNS-Grenzwerte oder gleichwertiger anerkannter Standards planen.

_ Eine pulmonale Sauerstofftoxizität entsteht durch längere Exposition gegenüber einem pO_2-Wert über 0,5 bar. Diese wird mithilfe von Sauerstofftoxizitätseinheiten (OTUs) überwacht.

_ 1 OTU = 1 Minute bei 1,0 bar pO_2 unter Einatmung von 100% Sauerstoff.

_ Die konservativsten Grenzwerte empfehlen maximal 300 OTUs pro Tag bei wiederholten oder mehrtägigen Tauchgängen.

_ Die Taucher sind dafür verantwortlich, die kumulativen OTUs anhand der von der NOAA oder anderen anerkannten Ausbildungsorganisationen (z. B. GUE, IANTD, TDI) bereitgestellten Verfahren zu berechnen.

⚠ VORSICHT

Sauerstoffexposition

Werden die Werte für CNS% und OTU nicht überwacht und begrenzt, kann dies zu Krämpfen, Lungenschäden, Bewusstlosigkeit oder Tod führen.

2.4.6 Mögliche langfristige gesundheitliche Auswirkungen

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung liegen keine abschließenden wissenschaftlichen Studien zu den langfristigen gesundheitlichen Auswirkungen der wiederholten Verwendung von Kreislaufgeräten und der Exposition gegenüber erhöhten Sauerstoffpartialdrücken vor.

_ Taucher sollten sich darüber im Klaren sein, dass eine längere oder wiederholte Exposition gegenüber erhöhtem pO_2 unbekannte kumulative gesundheitliche Auswirkungen haben kann.

_ Es obliegt dem Taucher, sich über aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse und fachliche Empfehlungen bezüglich der Langzeitexposition gegenüber Sauerstoff auf dem Laufenden zu halten.

HINWEIS

Nutzerverantwortung

Die langfristigen Gesundheitsrisiken beim Tauchen mit Kreislauftauchgeräten sind noch nicht vollständig erforscht. Taucher sollten daher vorsichtige Praktiken anwenden und sich bei anerkannten Tauchschulen und medizinischen Fachkräften informieren.

2.4.7 Bailout-Anforderungen

Der Symbios CM Rebreather ist ein Lebenserhaltungssystem und kann ohne Vorwarnung ausfallen. Gemäß den üblichen Tauchpraktiken müssen Taucher ein Bailout-System mit offenem Kreislauf mitführen, das für das geplante Tauchprofil geeignet ist.

_ Das Bailout-System muss ausreichend Atemgas bereitstellen, um einen kontrollierten Aufstieg, einschließlich der erforderlichen Dekompression, aus der maximalen Tiefe und unter vorhersehbaren Notfallbedingungen zu ermöglichen.

_ Die Bailout-Ausrüstung muss für den sofortigen Zugriff konfiguriert und vor jedem Tauchgang getestet werden.

_ Bei Tauchgängen, bei denen mit erhöhter Arbeitsbelastung, längerer Eindringtiefe oder ausgedehnten Dekompressionszeiten zu rechnen ist, muss eine zusätzliche Bailout-Gasreserve in Betracht gezogen werden.

⚠ VORSICHT

Bailout-Vorbereitung

Das Versäumnis, ein ausreichend dimensioniertes Bailout-System mitzuführen und instand zu halten, kann dazu führen, dass nach einer Fehlfunktion des CCR kein sicherer Aufstieg mehr möglich ist, was schwere Verletzungen oder den Tod zur Folge haben kann.

2.5 Funktionsumfang und Merkmale

2.5.1 Allgemeine Beschreibung und Funktionsprinzipien

Der Symbios CM Rebreather ist als hocheffizientes, gassparendes System konzipiert, das die Tauchzeit durch die Wiederaufbereitung von Atemgas mittels fortschrittlicher CO_2-Abscheidung verlängert. Seine einzigartige drahtlose Funktionalität verbindet den CCR-Kopf nahtlos mit Symbios Handsets und HUDs und ermöglicht Tauchern so die Echtzeit-Überwachung des Sauerstoffpartialdrucks (pO_2) und Systeminformationen – ganz ohne Kabel. Diese Kombination aus Gaseffizienz und optimierter drahtloser Integration sorgt für mehr Sicherheit, Zuverlässigkeit und Bewegungsfreiheit unter Wasser.



HINWEIS

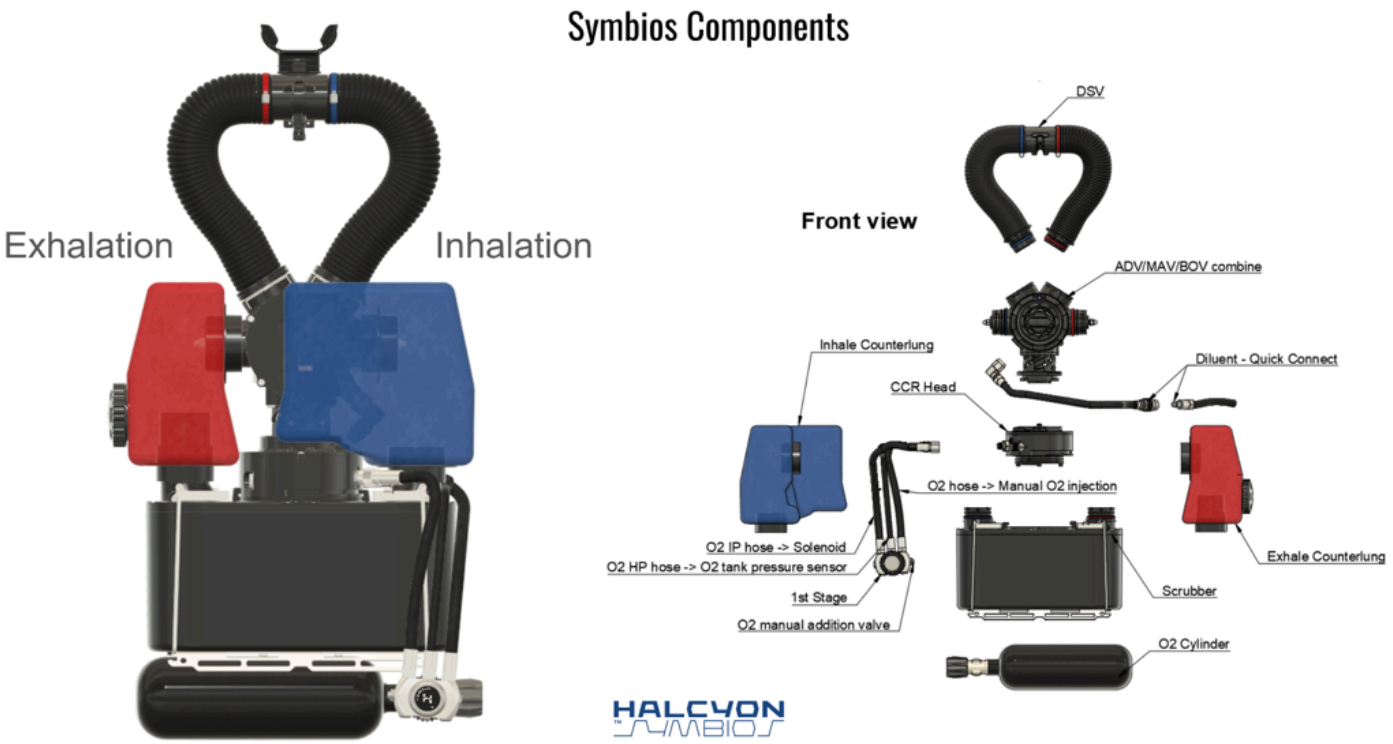
Elektronischer CCR-Kopf

Der elektronische CCR-Kopf regelt automatisch den Sauerstoffpartialdruck (pO_2) des Atemgases. Die drahtlose Kommunikation dient ausschließlich der Übertragung der Rebreather-Daten an das Handset und das Head-up-Display (HUD). Diese Geräte zeigen den pO_2-Wert und weitere relevante Informationen an, haben aber keinen Einfluss auf die SetPoint Regelung.

HINWEIS

Der elektronische CCR-Kopf enthält einen integrierten Vibrationsmotor, der als aktives Warnsystem dient. Er alarmiert den Taucher, wenn der Sauerstoffpartialdruck (pO_2) die zulässigen Grenzwerte über- oder unterschreitet.

2.5.2 Technisches Diagramm



Der Symbios CM Rebreather ist ein brustgetragenes, geschlossenes Kreislauftauchgerät (CCR), der aus folgenden Hauptkomponenten besteht:

- CCR-Atemkalkbehälter – enthält den axialen CO_2-Atemkalkbehälter und die Montagebasis für die Sauerstoffflasche.
- CCR-Kopf – mit Steuerelektronik, Magnetventil, drei Sauerstoffsensoren und Anschlüssen für Hochdruck- (HD) und Mitteldruck-Sauerstoffschläuche (MD). Zwei Steckplätze für Sauerstoffsensoren sind für analoge Sensoren vorgesehen, der dritte kann eine Halcyon GreenFlash™ Optode, einen digitalen Sensor oder einen zugelassenen analogen Sensor aufnehmen.
- Kombinations-ADV/BOV-Ventil – dient sowohl als automatisches Diluentgasventil (ADV) als auch als Bailout-Ventil (BOV) und verfügt über einen direkten Anschluss für die Diluentgaszufuhr.
- Ein- und Ausatem-Gegenlungen – asymmetrische 3D-Gegenlungen, die für eine optimale Atemleistung entwickelt wurden.
- Atemkreislauf – ausgestattet mit einem Tauch-/Oberflächenventil (DSV) zur Isolierung des Kreislaufs an der Oberfläche.
- Sauerstoffregler mit integriertem MAV – ermöglicht die manuelle Sauerstoffzufuhr.
- Anschlussschlauch für Diluentgas – für den einfachen Anschluss an verschiedene Vorratsbehälter.
- Schützende Außenhülle – eine robuste Hülle, die den Rebreather umschließt und Schutz sowie mehrere Befestigungspunkte für eine sichere Anbringung am Taucher bietet.

⚠ VORSICHT

Der Symbios CM Rebreather muss mit einer Sauerstoffflasche ausgestattet sein, die den nationalen Zertifizierungsstandards entspricht, für den Sauerstoffbetrieb geeignet

und für die geplante Tauchdauer dimensioniert ist.

2.5.3 Grundlegendes Funktionsprinzip

- Die Ausatemluft des Tauchers wird in den Atemkreislauf geleitet.
- Das Gas durchläuft die CO_2-Absorption, in dem das durch den Stoffwechsel erzeugte Kohlendioxid (CO_2) chemisch entfernt wird.
- Der vom Taucher verbrauchte Sauerstoff (O_2) wird durch Zufuhr aus der montierten O2 Flasche ersetzt. Die Sauerstoffzufuhr wird gesteuert durch:
  - Automatische Magnetventil-Einspritzung, basierend auf dem von der Elektronik ausgewählten und überwachten SetPoint.
  - Manuelle Zusatzventile (MAVs), die es dem Taucher ermöglichen, bei Bedarf Sauerstoff hinzuzufügen.
- Das Diluentgas wird durch Zugabe aus einer externen Flasche aufgefüllt. Die Zugabe wird gesteuert durch:
  - Automatisches Diluentventil (ADV), das Diluentgas bei Gasbedarf dem Gegenlungenvolumen zuführt.
  - Der Symbios CM Rebreather verwendet ein integriertes ADV und BOV, das auch die manuelle Zugabe von Diluentgas über den Regler ermöglicht.
- Die Zusammensetzung des eingeatmeten Gases ändert sich während des Tauchgangs kontinuierlich und hält den Sauerstoffpartialdruck (pO_2) automatisch innerhalb des gewählten StePoints (0,5 – 1,4 bar).

2.5.4 Funktioneller Ablauf des Atemkreislaufs

1. Einatmung – Der Taucher atmet Gas aus den Gegenlungen ein, die das gereinigte und mit Sauerstoff angereicherte Gemisch liefern.
2. Gasüberwachung – Der Taucher überwacht kontinuierlich den pO_2-Wert über die Symbios-HUD- und Handset-Displays, wobei redundante Sensorsysteme Echtzeit-Feedback liefern.
3. Ausatmung – Das ausgeatmete Gas gelangt wieder in den Kreislauf, durchströmt über die Ausatemgegenlunge den Kalkbehälter.
4. CO_2-Absorption – Das Filtermedium entfernt Kohlendioxid aus der Ausatemluft.
   Sauerstoffzugabe – Sauerstoff wird automatisch oder manuell zugeführt, um den gewählten SetPoint aufrechtzuerhalten. Diluentgas kann ebenfalls hinzugefügt werden, um das Atemkreislaufvolumen, den pO_2-Wert oder den Auftrieb zu regulieren.
5. Der Zyklus wiederholt sich – Das gereinigte und mit Sauerstoff angereicherte Gas wird dann erneut eingeatmet, wodurch der geschlossene Atemzyklus abgeschlossen wird.

HINWEIS

Nutzerverantwortung

Das Symbios CM Rebreather-System beseitigt nicht die Risiken von Hypoxie, Hyperoxie oder Hyperkapnie. Eine angemessene Schulung, sorgfältige Überwachung und die Einhaltung

der Betriebsanweisungen sind für eine sichere Anwendung unerlässlich.

3 Technische Merkmale und Konstruktion

Dieses Kapitel bietet eine detaillierte Konstruktionsbeschreibung und erläutert die technischen Merkmale des Symbios CM Rebreathers. Es soll dem Taucher ein tieferes Verständnis für die Konstruktion und Funktionsweise des Geräts vermitteln.

3.1 Technische Spezifikationen

Spezifikation	Details
Abmessungen	399 × 300 × 120 mm^3/15,71 × 11,81 × 4,72 Zoll
Gewicht	• Ohne Sofnolime und Zylinder: 6,6 kg (Reisegewicht) • Ohne Zylinder, inkl. 2,35 kg Sofnolime: 8,9 kg / 9,6 lbs • Inkl. 2,35 kg/5,2 lbs Sofnolime + 1 l 200 bar Stahlzylinder: 11 kg/24,3 lbs
Scrubber	• Typ: Axial (großer Querschnitt, kurze Bettlänge) • Atemkalk: 2,35 kg/5,2 lbs Sofnolime™ 797 • Ausdauer: 160 Minuten (EN14143:2013, RMV 40 l/min, CO_2 1,6 l/min, 4 °C/39 °F Wasser) • Profil – 40 m: 40 min @ 40 m → 5 min @ 12 m → Pause @ 6 m • Profil – 100 m: 10 min @ 100 m → stufenweiser Aufstieg (39 m → 36 m → 33 m → … → 9 m) → Pause @ 6 m ** Die Testdaten basieren ausschließlich auf Sofnolime™ 797. Die Ergebnisse können je nach Medium, Temperatur und Belastung variieren.
Dauer der Sauerstoffversorgung an Bord	• 1-Liter-200-bar-Zylinder: ~84 Min • 2,5-Liter-200-bar-Zylinder: ~211 Min (Beide mit einer Sicherheitsmarge von 50 bar) Notiz: O_2- und Diluentgaszylinder nicht im Lieferumfang enthalten Die Nutzungsdauer des Diluentgas variiert.

Batterien und Stromversorgung	• 2× Li-Ion, 3,6 V, 500 mAh • Standby-Stromverbrauch <100 µA → ~1 Jahr • Aktiv: 12–22 mA • Tauchen: 30–40 mA (abhängig von der Verwendung von Magnetventilen und Alarmen)
Gegenlungenvolumen	• 5,4 l / 1,43 gal Einatemseite • 2,5 l / 0,66 gal Ausatemseite
Maximale Tiefe	• Luft als Diluentgas: 40 m / 130 Fuß • Trimix als Diluentgas: 100 m/330 Fuß
Gasreinheit	• Luft: DIN EN 12021 • Sauerstoff: >99,5 % medizinischer O_2 • Helium: >99,996 %
Oberflächendruckbereich	800–1050 mbar
Zylinder	O_2-Zylinder: 0,8–2,5 l, EN 144-1 Gewinde (M18×1,5 oder M25×2), EN ISO 10297-konform. Diluentgaszylinder: ≥2L 200 bar, EN 144-1 Gewinde, EN ISO 10297 konform, Anschlüsse nach EN ISO 12209 oder EN 144-3.
Erste Stufen	• O_2: M26×2 (CE) oder DIN 200 bar, 5/8 Zoll (Intl.), IP 7–7,5 bar/101,5–108,8 psi • Diluentgas: DIN 5/8", IP 9,5–10 bar/138–145 psi (EN250:2014-konform)
Sauerstoff-SetPoints	• Auto: 50 % O_2 bis zu 12 m, danach 1,1 bar (vom Benutzer einstellbar zwischen 1,0 und 1,2 bar) • Niedrig: 0,8 bar (vom Benutzer wählbar) • Hoch: 1,2 bar (vom Benutzer wählbar) • Automatische Steuerung durch den CCR-Kopf; Handset/HUD nur zur Anzeige
O_2-Warnungen	• Niedrig <0,4 bar • Hoch >1,6 bar

	• Warnhinweise: Blinken, Pop-ups, Vibration (Handset + CCR-Kopf)
O_2-Sensoren	• S1 & S2: Analog (AST-14 D oder PSR-11-39-SMB) • S3: GREENFLASH-Fluoreszenz oder Analog
O_2-SetPointbereich	0,5 – 1,4 bar
Temperaturbereiche	• Tauchen: +4 °C/39 °F bis +34 °C/93,2 °F • Kurzzeitlagerung: –10 °C bis +50 °C • Langzeitlagerung: +5 °C bis +20 °C
Konnektivität	• BT • USB (Datenübertragung + Laden, max. 300 mAh) • 125-kHz-Magnetsender (dual, Reichweite ca. 1 m)
Atemarbeit	• CC: <2 J/L @ 40 m (Luft, 4 °C/41 °F, RMV 75 l/min (2,19 ft^3/min)) • CC: <2 J/L @ 100m (TX10/70, 4°C/41 °F , RMV 75L/min (2,19 ft^3/min) • OC-Bailout-Atemleistung: 2,5 J/L @ 50 m (Luft, 4 °C/41 °F, RMV 62 l/min (2,19 ft^3/min)) • EN14143:2013 Grenzwert (cm^3): 2,8 J/L bei 75 l/min (2,19 ft^3/min) RMV • EN250:2014 Grenzwert: 2,5 J/L @ 50 m, 62 l/min (2,19 ft^3/min) RMV
Sicherheitshinweise	• Der Taucher muss die Computer regelmäßig überwachen. • Das System injiziert das Diluentgas nicht automatisch → manuelle Überwachung des pO_2 erforderlich

3.2 CO_2-Atemkalkbehälter

Der CO_2-Atemkalkbehälter enthält alle für die Gasreinigung notwendigen Komponenten und dient als Montagebasis für die bordeigene Sauerstoffflasche. Das Modul besteht aus dem Gehäuse des CO_2-Atemkalkbehälters und dem CO_2-Atemkalkbehälter.

3.2.1 Gehäuse des CO_2-Atemkalkbehälters



Das Gehäuse des CO_2-Atemkalkbehälters beherbergt den CO_2-Atemkalkbehälter. An seinem Boden befindet sich die Halterung für die Sauerstoffflasche. Lasergravierte Markierungen auf einer Seite des Atemkalkbehälters erleichtern die korrekte Montage. Diese Markierungen müssen für die richtige Ausrichtung stets zum Körper des Tauchers zeigen. Die Gehäusekonstruktion bietet zudem Wärmedämmung und verbessert so die Leistung und Effizienz der CO_2-Absorption.

3.2.2 CO_2-Atemkalkbehälter

Der Symbios CM Rebreather ist mit einem axialen CO_2-Atemkalkbehälter ausgestattet, der für eine schnelle und zuverlässige Packung ausgelegt ist.

- Absorptionskapazität des Atemkalks: 2,35 kg bei Befüllung mit Sofnolime™797.
- Die maximale sichere Betriebszeit für den Scrubber beträgt 160 Minuten und wurde gemäß den Prüfprotokollen der EN 14143:2013 ermittelt (konstantes 6-m-, 40-m- oder 100-m-Profil, bei 40 l/min RMV, 1,6 l/min CO_2-Einspritzung und +4 °C/39 °F Wassertemperatur).

Der CO_2-Atemkalkbehälter ist an der Unterseite mit einer Packmatte abgedeckt, die Staub auffängt und Setzungen des Atemkalks ausgleicht. Darüber liegt ein Edelstahlgitter, das mit zwei handfest angezogenen Muttern fixiert wird. Ein farbiger O-Ring an der Oberseite stellt die Wasserdichtigkeit sicher, während zwei Schnellverschlüsse den Atemkalkbehälter im Gehäuse sichern.



⚠ VORSICHT

Verwendung des Atemkalkbehälters

Das Überschreiten der zertifizierten

Betriebsdauer des Atemkalkbehälters oder die Verwendung nicht zugelassener Absorptionsmittel kann zu einem vorzeitigen CO_2-Durchbruch und damit zu Hyperkapnie führen. Der CO_2-Atemkalkbehälter ist axial durchströmt und fasst 2,35 kg Sofnolime™ 797. Dieses Absorptionsmittel wurde für die Verwendung im Symbios CM Rebreather geprüft und freigegeben. Das Absorptionsmittel muss gleichmäßig bis zur eingravierten Fülllinie eingefüllt werden. Der dichte Schaumstoff-Abstandshalter filtert Staub und gleicht Setzungen des Atemkalks aus.

3.2.3 Gasströmungsweg

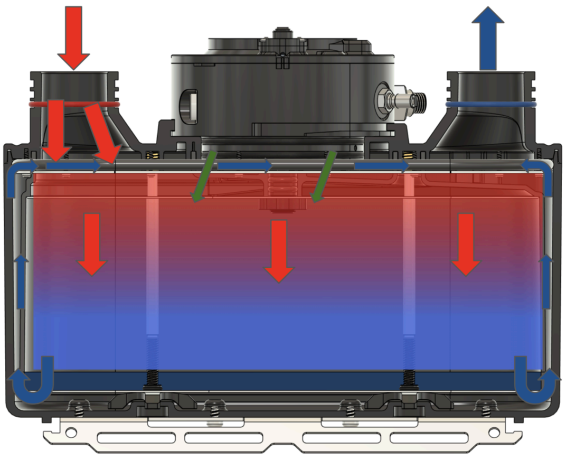
_ Ausgeatmetes Gas strömt durch den linken Einlass (rot) aus der Ausatemgegenlunge ein.

_ Das Gas durchströmt das Absorptionsbett, wo CO_2 chemisch entfernt wird.

_ Die Sauerstoffeinspritzöffnungen an der Sensorkammer ermöglichen sowohl eine automatische als auch eine manuelle O_2-Zugabe auf der Ausatemseite des Kreislaufs.

_ Das gereinigte Gas tritt am Boden aus dem Behälter aus, strömt an der Außenseite des Behälters nach oben und gelangt in den Inhalationsweg.

_ Sauerstoffsensoren messen das Gas in der Kammer, bevor es durch den rechten Auslass (blau) in die Einatmungsgegenlunge gelangt.



3.3 Atemkreislauf

Der Atemkreislauf des Symbios CM Rebreathers besteht aus einem Tauch-/Oberflächenventil (DSV) und zwei gewellten Gummischläuchen mit Schnellverschlusskupplungen. Der Atemkreislauf des Symbios CM Rebreathers ist auf einfache Montage, Inspektion und Reinigung ausgelegt und erfüllt gleichzeitig die CE-Leistungsanforderungen.

_ Die gewellten Schläuche werden mittels Schnellkupplungen mit dem oberen Teil des kombinierten ADV/BOV verbunden.

_ An jedem Verbindungspunkt werden farbcodierte O-Ringe verwendet, um zwischen Ein- und Ausatemseite zu unterscheiden.

_ Die spezielle Geometrie der Anschlüsse verhindert ein versehentliches Vertauschen der Ein- und Ausatemschläuche.



3.3.1 Tauch-/Oberflächenventil (DSV)

_ Das DSV enthält Einwegventile, die eine Gaszirkulation ausschließlich von rechts nach links gewährleisten.

_ Ein Hebel in der Mitte des DSV ermöglicht dem Taucher das Umschalten zwischen folgenden Modi:

_ Geschlossen (Oberflächenposition) – Abdichten des Atemkreislaufs.

_ Offen (Tauchposition) – ermöglicht die Gaszirkulation während des Tauchgangs.

3.4 Gegenlungen

Der Symbios CM Rebreather ist mit asymmetrischen 3D-Gegenlungen ausgestattet, die so konstruiert sind, dass sie die Atemarbeit in allen Positionen minimieren und gleichzeitig eine optimale CO_2-Absorptionsleistung gewährleisten.





Die Gegenlungen sind über Vierteldreh-Bajonettverschlüsse mit dem ADV/BOV und dem Atemkalkbehälter verbunden, was ein schnelles Abnehmen zum Spülen und Wiedereinbauen ermöglicht. Einfach zu montierende, ausfallsichere Kupplungen gewährleisten eine sichere Verbindung, korrekte Positionierung und einfache Bedienung des Atemkreislaufs und des Tauch-/Oberflächenventils (DSV).

Die aus verschleißfestem Material mit schützender Außenbeschichtung gefertigten und mittels Hochfrequenzschweißen verbundenen Gegenlungen sind langlebig und schnelltrocknend. Farbcodierung und lasergravierte Kennzeichnungen an den Bajonettverbindungen gewährleisten korrekte Identifizierung, Ausrichtung und Montage.

Die Gegenlungen gleichen Ein- und Ausatemvolumen aus, reduzieren den hydrostatischen Druck und verbessern den Atemkomfort. Ein in die Ausatemgegenlunge integriertes Überdruck-/Ablassventil (OPV) schützt vor Überdruck und ermöglicht die manuelle Wasserableitung. Die Ausatemgegenlunge verfügt außerdem über einen internen Schnorchel, der als Wasserfalle dient und das Eindringen von Wasser minimiert. Die 3D-Form ermöglicht ein deutlich schnelleres Trocknen und reduziert das Kontaminationsrisiko.

3.4.1 Verwendung der Gegenlungen

_ Eine unsachgemäße Montage oder das Versäumnis, Bajonettkupplungen zu sichern, kann zu Leckagen oder Überschwemmungen im Kreislauf führen.

_ Die Gegenlungen müssen nach jedem

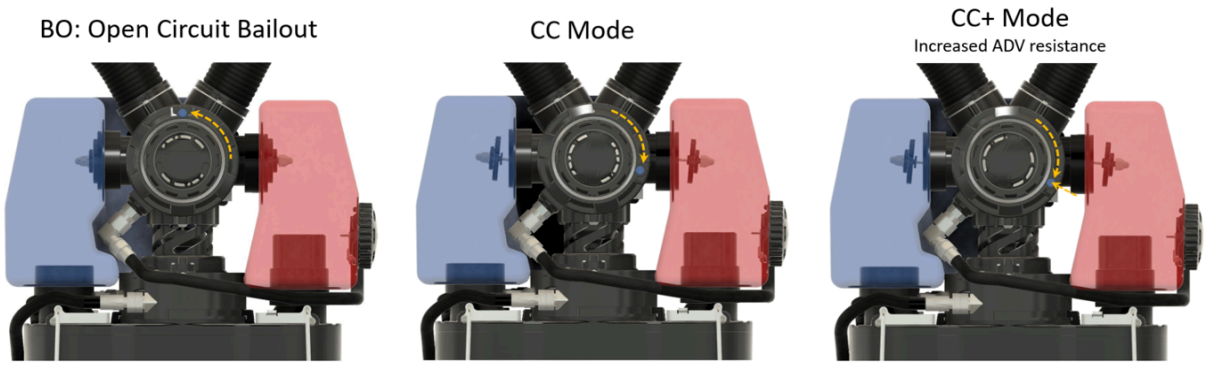
Tauchgang gespült und vollständig getrocknet werden, um eine mikrobielle Kontamination zu verhindern.

_ Das Überdruckventil muss bei den Vortauchtests überprüft werden, um die ordnungsgemäße Entlüftungs- und Entwässerungsfunktion sicherzustellen.

⚠ WARNUNG

Eine unsachgemäße Montage des Atemkreislaufs oder das Versäumnis, die Bajonettverschlüsse vor dem Tauchgang zu überprüfen, kann zu einem Leck oder einer Überflutung des Kreislaufs führen und somit ein ernstes Risiko für den Taucher darstellen.

3.5 Kombination ADV/BOV



Der Symbios CM Rebreather ist mit einem patentierten automatischen Diluentgasventil (ADV) / Bailout-Ventil (BOV) ausgestattet, das gleichzeitig als manuelles Diluentgas-Zugabeventil und OC/CC-Wahlschalter dient. Diese einzigartige Konstruktion vereint das automatische Diluentgasventil (ADV) und das Bailout-Ventil (BOV) in einer einzigen, leichten und kompakten Einheit und erfüllt gleichzeitig die CE-Sicherheitsstandards.

_ Modusumschaltung: Der Wählring ermöglicht durch eine halbe Drehung den nahtlosen Wechsel zwischen geschlossenem Kreislauf (CC) und offenem Kreislauf (OC).

_ Geringere Kieferermüdung: Das Ventilgehäuse ist im Rebreather und nicht am Mundstück montiert. Dadurch lastet weniger Gewicht des Atemkreislaufs am Mund; Komfort, Beweglichkeit des Kopfes und Ergonomie bei längeren Tauchgängen verbessern sich.

_ Anschlüsse für Gegenlungen und Atemkreislauf: Der obere Bereich bietet Anschlüsse für beide Gegenlungenschläuche. Farbcodierte O-Ringe (rot = Ausatmung, blau = Einatmung) gewährleisten die korrekte Ausrichtung und eine sichere Montage.

_ Atemfunktionen:

_ Im OC-Modus funktioniert die Vorderseite als zweite Stufe und liefert Gas, wenn die Membran betätigt wird. Bei einer Fehlfunktion des CCR ermöglicht das BOV den sofortigen Wechsel zur Atmung im offenen Kreislauf aus der Diluentgasflasche.

_ Im CC- oder OC-Modus liefert der Mechanismus bei Einatmung bedarfsgesteuert Diluentgas.

_ Im CC-Modus gibt das ADV automatisch Diluentgas zu, um das Atemkreislaufvolumen an den Umgebungsdruck anzupassen. Der Taucher kann bei Bedarf über BOV oder MAV manuell Diluentgas zugeben, um Auftrieb, Spülung des Atemkreislaufs oder pO_2 zu steuern.

_ Diluentgaszufuhr: Ein Diluentgasanschluss vorne links, der mit einem Schnellkupplungsschlauch ausgestattet ist, verbindet sich mit dem ausgewählten Diluentgas- oder Bailout-Flasche.
_ Entlüftung und Entlastung:
    _ Im OC-Modus leitet ein Einwegventil die Ausatemgase in die Umgebung ab.
    _ Im CC-Modus verschließt eine federbelastete Dichtung das Ausatemventil. Übersteigt der Innendruck die Federspannung, hebt sich die Dichtung und fungiert als sekundäres Überdruckventil (OPV) zur Unterstützung des Ventils an der Ausatemgegenlunge.

_ Montage: Der untere Teil stützt die Baugruppe und befestigt sie mittels eines Vierteldreh-Bajonettverschlusses am CCR-Kopf.

3.5.1 Wählring

Über eine drehbare Wählring an der Vorderseite kann zwischen OC- und CC-Modus umgeschaltet werden.

_ Drehung im Uhrzeigersinn = CC-Modus.
    _ Das Ventil fungiert als automatisches Diluentventil (ADV) und gibt während des Abstiegs automatisch Diluentgas ab, um das Atemkreislaufvolumen auszugleichen. Der Taucher kann außerdem manuell Diluentgas hinzufügen, indem er auf die Vorderseite des Atemreglers drückt, ähnlich wie beim Spülen einer offenen zweiten Stufe.

_ Drehung gegen den Uhrzeigersinn = OC-Modus.
    _ Mit einer halben Drehung des Wählrings kann der Taucher sofort auf die Atmung im offenen Kreislauf aus der Diluentgasflasche umschalten. Dadurch steht bei einer Fehlfunktion des Rebreathers sofort eine sichere Atemgasquelle zur Verfügung.
    _ Durch Drücken der Taste am Wählring im CC-Modus wird eine weitere Drehung möglich, die im CC+-Modus den Ansprechdruck des ADV erhöht. Dadurch ist eine größere Druckdifferenz erforderlich, um die Diluentgaszugabe auszulösen; einige Taucher bevorzugen dies zur besseren Kontrolle des Atemkreislaufvolumens. Das System wird zurückgesetzt, sobald der Wählring gegen den Uhrzeigersinn zurückgedreht wird.
    _ Die Stellung CC+ erhöht den Atemwiderstand und den Öffnungsdruck, um eine unbeabsichtigte Zugabe von Diluentgas zu vermeiden. Der höhere Widerstand verringert die Zufuhr sauerstoffarmer Gemische. Dies ist besonders während der Dekompression wichtig, wenn ein erhöhter pO_2 beibehalten werden soll und eine Verdünnung kontraproduktiv wäre. Diese Einstellung erleichtert außerdem das schnelle Erreichen des minimalen Atemkreislaufvolumens, was bei Tauchgängen mit hohen Anforderungen an die Tarierung und vorhersehbare Gaszugaben von Vorteil ist.

⚠ WARNUNG

Die CC+-Position erhöht den Öffnungsdruck und den Atemwiderstand des ADV. Die bevorzugte Position beim Tauchen ist CC.

3.5.2 Elektronische Integration

_ Die Position des Wählring (OC oder CC/CC+) wird drahtlos an den Symbios-Controller, das Handset und das HUD übertragen.
_ Dadurch wird sichergestellt, dass der Taucher stets über den Atemmodus informiert ist, wodurch das Risiko von Bedienungsfehlern in kritischen Situationen verringert wird.

⚠ WARNUNG

Die Funktion und Position des ADV/BOV müssen in alle Funktionsprüfungen vor dem Tauchgang einbezogen werden. Taucher sollten die OC/CC-Position stets selbstständig überprüfen. Ein fehlerhaftes Umschalten zwischen OC und CC kann zu einer unzureichenden Gasversorgung und damit zu Hypoxie oder Hyperkapnie führen. Eine unvollständige Auswahl zwischen den Betriebsmodi kann einen übermäßigen Gasverbrauch zur Folge haben.

⚠ VORSICHT

Diluentgassicherheit

_ Das gewählte Diluentgas muss für die geplante Tiefe und das geplante Tauchprofil geeignet sein:

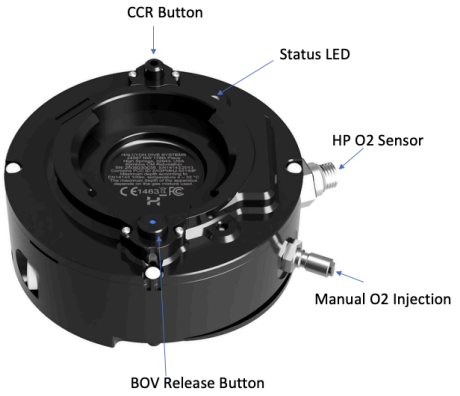
_ Luft – CE-zertifiziert bis zu einer maximalen Betriebstiefe von 40 m/130ft.

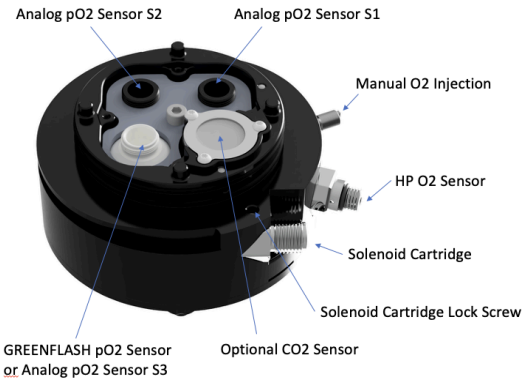
_ Trimix – CE-zertifiziert bis zu einer maximalen Betriebstiefe von 100 m/330 ft.

_ Die für die CE-Prüfung vorgeschriebenen Gasmischungen dienen nicht als Planungsvorschlag. Taucher müssen diese Entscheidungen selbstständig treffen. Die Verwendung ungeeigneter Diluentgemische kann zu Stickstoffnarkose, Hypoxie oder Sauerstoffvergiftung führen.

_ Der Taucher muss vor jedem Tauchgang das korrekte Gasgemisch gemäß den Betriebsvorschriften, den anerkannten Ausbildungsstandards und seiner persönlichen Verantwortung für die Tauchgangsplanung überprüfen.

3.6 CCR-Kopf und Elektronik





Der Symbios CM Rebreather-Kopf ist die zentrale Komponente des Systems und enthält wichtige Überwachungs- und Steuerungsfunktionen.

_ Das proprietäre drahtlose Symbios Wi-Dive™-Protokoll ermöglicht die Datenübertragung in Echtzeit zwischen dem CCR-Kopf, dem Symbios-Handset und dem HUD.

_ Unter Wasser gewährleistet die magnetische Übertragung eine zuverlässige Kommunikation mit geringer Latenz im Umkreis von etwa 1 m.

_ Die BT-Konnektivität unterstützt das Herunterladen von Protokolldateien, Firmware-Updates und die Konfiguration über die Halcyon Dive App.

_ Unabhängige Elektronik – Controller und Sentinel (überwacht den Betrieb).
_ Vom Benutzer austauschbares Sauerstoff-Magnetventil.
_ Onboard-Sauerstoff-Hochdrucksensor.
_ Duales Stromversorgungssystem.
_ Zwei galvanische Sauerstoffsensoren und ein Halcyon GreenFlash™ Optoden-Sauerstoffsensor.
_ Nasskontaktsensor.
_ CCR-Taste für die Bedienung.
_ Symbios Wi-Dive™ Antennen für drahtlose Kommunikation.
_ Kombinierter Akkulade-/USB-Anschluss.
_ Die Sauerstoffinjektoren (automatisch und manuell) sind in den CCR-Kopf integriert und mit doppelten O-Ringen abgedichtet. Die Anschlüsse versorgen das Magnetventil, das manuelle Zugabeventil (MAV) und den integrierten O_2-Drucksensor mit Gas.

3.6.1 Position und Betrieb des CCR-Kopfes

Der CCR-Kopf wird mittels eines Vierteldreh-Bajonettverschlusses auf dem CO_2-Atemkalkbehälter befestigt. Nach der Montage bildet der Raum zwischen CCR-Kopf und Behälter den Bereich für die Analyse des Einatemgases.

_ Sauerstoff wird automatisch über das Magnetventil entsprechend dem gewählten SetPoint (0,5 – 1,4 bar) zugeführt.
_ Der Taucher kann bei Bedarf auch manuell über das MAV Sauerstoff zuführen.
_ Redundante Sauerstoffsensoren ermöglichen eine wechselseitige Überwachung, um Abweichungen oder Sensorausfälle zu erkennen.
_ Die CCR-Taste ermöglicht dem Taucher Folgendes:
_ Elektronik zum Ein- und Ausschalten der Stromversorgung an der Oberfläche.
_ Sauerstoffkalibrierungsmodus aktivieren.
_ pO_2-SetPoints auswählen / umschalten.
_ Vibrationsalarme bestätigen oder stummschalten.

_ Integrierte Vibrationsalarme warnen den Taucher vor unsicheren pO_2-Werten, niedrigem Akkustand oder Systemfehlern.
_ Eine Status-LED gibt Auskunft über Betriebsmodus und Batteriezustand.

LED-Anzeigemodi – Kurzübersicht

Modus	Verhalten	LED-Farbe
Normalmodus	blinkend	BAT >70% 30 % < BAT < 70 % BAT < 30 %
USB-Modus	permanent	BAT >70% 30 % < BAT < 70 % BAT < 30 %
Kalibrierung	blinkend	Magenta
Firmware-Update	1x Blinken pro Aktualisierung	Weiß
Bluetooth-verbunden	blinkend	Blau

3.6.2 Einschalten des Symbios CM Rebreathers

Der Symbios CM Rebreather kann je nach seinem aktuellen Betriebszustand auf verschiedene Arten aktiviert werden.

_ Wenn sich das Gerät im Standby-Modus befindet (ausgeschaltet, aber die CCR-Taste reagiert noch), kann es mit einer der folgenden Methoden eingeschaltet werden:

_ Manuelle Aktivierung per Knopfdruck:
Halten Sie die CCR-Taste etwa 3 Sekunden lang gedrückt. Dadurch wird die CCR-Elektronik eingeschaltet und das Steuergerät ist betriebsbereit und kann mit dem Symbios-Handset oder dem HUD kommunizieren.

_ Automatische Aktivierung über Sauerstoffzufuhr:
Schließen Sie eine Sauerstoffflasche an den CCR-Kopf an und öffnen Sie das Ventil. Der Sauerstoffdruck aktiviert automatisch die Elektronik des CCR und bereitet so das Kopfgerät für den Betrieb und die Kommunikation mit angeschlossenen Geräten vor.

_ Automatische Aktivierung über Montage des Atemkreislaufs:
Sobald das Gerät mit der ADV/BOV-Kombination am Kopf montiert ist, schaltet das Drehen des Drehrings in die Position „CC" (Closed Circuit) die CCR-Elektronik automatisch ein. Das System ist dann betriebsbereit und kann mit dem Symbios-Handset oder dem HUD verbunden werden.

3.6.3 Ausschalten des Geräts

Um die Elektronik des Symbios CM Rebreathers sicher auszuschalten, müssen die folgenden Schritte in der angegebenen Reihenfolge ausgeführt werden:

_ Drehen Sie die OC/CC-Wählring in die OC-Position (Open Circuit).

_ Schließen Sie das Sauerstoffzufuhrventil, um den Gasfluss zum CCR-Kopf zu unterbrechen.

_ Spülen Sie die Sauerstoffleitung mit Hilfe des manuellen Sauerstoffzugabeventils (O_2 MAV), um sicherzustellen, dass die Leitung vollständig drucklos ist.

Sobald alle drei Schritte abgeschlossen sind, schaltet die CCR-Elektronik nach 60 Sekunden automatisch in den Schlafmodus. Diese verzögerte Abschaltung gewährleistet die sichere Deaktivierung aller Komponenten und verhindert eine unbeabsichtigte Reaktivierung aufgrund von Restdruck oder einer fehlerhaften Konfiguration des Atemkreislaufs.

HINWEIS

Vor Lagerung oder Transport ist stets zu prüfen, ob das System vollständig heruntergefahren ist. Restdruck oder eine falsche Stellung des Atemkreislaufs können das Herunterfahren verzögern oder verhindern und die Batterie entladen.

3.6.4 Standby-Modus

Der Symbios CM Rebreather ist mit einer Energiesparfunktion ausgestattet, die den Energieverbrauch automatisch reduziert, wenn das System an der Oberfläche nicht aktiv genutzt wird. In diesem Zustand bleibt die Elektronik aktiv, arbeitet aber mit deutlich

reduziertem Stromverbrauch, um die Akkulaufzeit zu verlängern.

Das Gerät wechselt in den Standby-Modus, wenn es an der Oberfläche eingeschaltet bleibt und länger als eine Stunde keine Benutzerinteraktion stattfindet. Jede weitere Benutzeraktion – wie beispielsweise das Drücken der CCR-Taste, das Verstellen der Wählring oder das Anschließen der Gaszufuhr – versetzt das System wieder in den normalen Betriebsmodus.

HINWEIS

Der Standby-Modus spart Energie, ersetzt aber nicht die ordnungsgemäße Abschaltprozedur nach Gebrauch. Schalten Sie das Gerät vor der Lagerung oder dem Transport des CCR stets gemäß den vorgeschriebenen Schritten aus.

3.6.5 Reisemodus

Der Symbios CM Rebreather verfügt über einen Reisemodus, der ein versehentliches Aktivieren während des Transports verhindern soll. Im Reisemodus ist die CCR-Taste deaktiviert, wodurch das System sicher bleibt und die Batterielebensdauer verlängert wird.

Um das Gerät in den Reisemodus zu versetzen:

1. Halten Sie die CCR-Taste länger als 30 Sekunden gedrückt.
2. Der CCR-Kopf bestätigt den Eintritt mit einer Serie von drei langen Vibrationen.
3. Die CCR-Taste wird im nächsten Schlafzyklus deaktiviert.
4. Nach 60 Sekunden schaltet das Gerät automatisch in den Schlafmodus.

HINWEIS

Der Reisemodus sollte beim Transport des Geräts aktiviert werden, um ein versehentliches Aktivieren und eine damit verbundene Entladung der Batterie zu vermeiden.

3.6.6 Verlassen des Reisemodus

So reaktivieren Sie den CCR und deaktivieren den Reisemodus:

1. Schließen Sie das Gerät an eine Sauerstoffflasche an.
2. Öffnen Sie das Sauerstoffzufuhrventil.
3. Die CCR-Elektronik schaltet sich ein und der CCR-Knopf wird wieder aktiviert.

3.6.7 Laden des Akkus des CCR-Kopfes

So laden Sie den Akku des Symbios CM CCR-Kopfes auf:

1. Schließen Sie das mitgelieferte Lade-/Verbindungskabel an eine geeignete USB-Stromquelle oder ein zugelassenes Ladegerät an.
2. Setzen Sie den magnetischen Ladeadapter auf den magnetischen Ladeanschluss des CCR-Kopfes. Dadurch wird der Lademodus aktiviert.





Wenn der Ladevorgang beginnt, leuchtet die Status-LED auf und zeigt den aktuellen Akkustand an:

- Grün Akkustand zwischen 100 % und 70 %
- Gelb Akkustand zwischen 69 % und 30 %
- Rot Akkustand unter 30 %

Um die Effizienz zu optimieren, schaltet sich die LED nach einer Minute automatisch ab.

Der Akkustand kann jederzeit während des Ladevorgangs durch Drücken der CCR-Taste für etwa 3 Sekunden überprüft werden. Für eine genauere Anzeige kann ein gekoppeltes Symbios-Handset oder -HUD verwendet werden, um den Akkustand in Prozent anzuzeigen.

⚠ WARNUNG

Verwenden Sie ausschließlich das von Symbios zugelassene Ladekabel und Netzteil. Die Verwendung nicht zugelassener Ladegeräte kann zu Überhitzung, verkürzter Akkulaufzeit oder Schäden an der Elektronik des CCR führen.

3.6.8 Kommunikation mit dem CCR-Kopf

Der Symbios CM Rebreather kann mit einer Vielzahl von Geräten verbunden werden, darunter drahtlose Verbindungen zum Symbios Handset oder HUD, BT-Kopplung mit der Halcyon App und per Kabelverbindung zu einem PC.

3.6.8.1 Kopplung mit der Halcyon-App

Durch die Kombination des Symbios CCR-Kopfes mit der Halcyon-App wird die Funktionalität Ihres Systems erweitert, indem eine komfortable und sichere Schnittstelle für Konfiguration, Updates und Tauchgangsmanagement bereitgestellt wird.

Hauptmerkmale der Halcyon-App

- Einstellungsverwaltung – Betriebsparameter wie SetPoints, Alarmeinstellungen und Sensortyp in Steckplatz 3 können angepasst werden.
- Firmware-Updates – Halten Sie Ihren CCR-Kopf, Ihr HUD und Ihr Handset mit den neuesten Verbesserungen und Sicherheitserweiterungen auf dem aktuellen Stand.
- Interaktive Checklisten – Führen Sie eine geführte Schritt-für-Schritt-Prozedur mit integrierten Erinnerungen durch, um die

Einsatzbereitschaft der Geräte sicherzustellen.

_ Integration von Tauchprotokollen – Überprüfen, organisieren und exportieren Sie Ihre vorherigen Tauchgänge direkt aus der App, einschließlich Sensordaten, SetPointverlauf und Warnmeldungen.

_ Kalibrierung – Kalibrierungsparameter anpassen, Millivolt-Werte anzeigen und Sensorhistorie verfolgen.

_ Cloud-Backup (optional) – Tauchdaten sicher speichern und von mehreren Geräten darauf zugreifen.

Kopplungsverfahren

_ Stellen Sie sicher, dass der Symbios CCR-Kopf eingeschaltet ist.

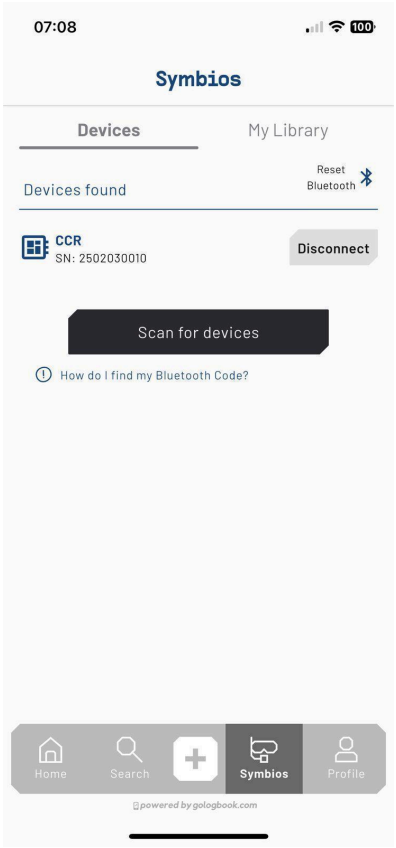
_ Aktivieren Sie Bluetooth auf Ihrem Mobilgerät.

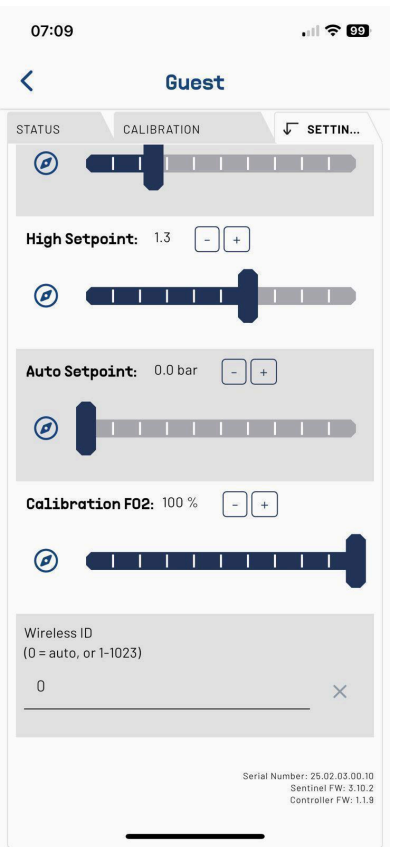
_ Öffnen Sie die Halcyon-App und wählen Sie „Gerät koppeln“.

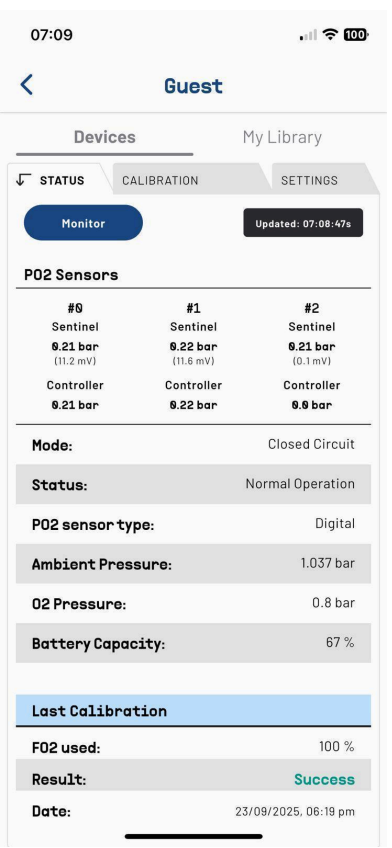
_ Wählen Sie Ihren Symbios CCR-Kopf aus der Liste der verfügbaren Geräte aus.

_ Geben Sie den Kopplungscode als die ersten vier und die letzten beiden Ziffern (insgesamt sechs Ziffern) der Seriennummer auf dem CCR-Kopf ein.

_ Sobald die Verbindung hergestellt ist, wird sie für die automatische Wiederverbindung in zukünftigen Sitzungen gespeichert.







⚠ VORSICHT

_ Koppeln Sie die Verbindung ausschließlich mit der offiziellen Halcyon-App aus dem Apple App Store oder Google Play.

_ Vor Beginn der Tauchgänge müssen stets alle relevanten Kopplungen durchgeführt werden.

_ Stellen Sie sicher, dass alle kritischen Einstellungen vor dem Tauchgang konfiguriert und bestätigt sind.

_ Vergewissern Sie sich vor dem Koppeln stets, dass das richtige Gerät ausgewählt ist. Eine falsche Kopplung kann die Datenübertragung und die Systemüberwachung beeinträchtigen.

⚠ VORSICHT

Batteriehinweis

Wenn die Halcyon-App bei bestehender Kopplung mit einem Gerät aktiv bleibt, kann dies die Verbindung aufrechterhalten und den Akku des Geräts entladen. Schließen Sie die App oder das Kopplungsfenster bzw. trennen Sie die Verbindung zum Gerät, wenn keine Kopplung erforderlich ist.

3.6.8.2 Koppeln des CCR-Kopfes mit einem Handset oder HUD

Die Kommunikation zwischen dem Symbios CM CCR-Kopf und einem Symbios-Handset oder -HUD erfordert einen anfänglichen Kopplungsvorgang. Nach erfolgreicher Kopplung überträgt der CCR-Kopf Betriebsdaten drahtlos an das ausgewählte Gerät. Bitte beachten Sie, dass diese Kommunikation unidirektional ist. Das Handset/HUD sendet keine Informationen an den Kopf.

Kopplungsverfahren

1. Geräte einschalten
   Schalten Sie sowohl den CCR-Kopf als auch das zu koppelnde Symbios-Gerät (Handset oder HUD) ein.

2. Vermeiden Sie elektromagnetische Störungen
   Führen Sie die Kopplung in einem Bereich durch, der frei von starken elektromagnetischen Störquellen ist.

⚠ WARNUNG

Ein aktives DPV-Akkuladegerät oder ein ähnliches Gerät kann Störungen verursachen, wenn sich der CCR-Kopf und das Symbios-Gerät in der Nähe befinden.

3. Gerätemodus bestätigen
   Stellen Sie sicher, dass das Symbios-Gerät auf CCR-Tauchmodus eingestellt ist.

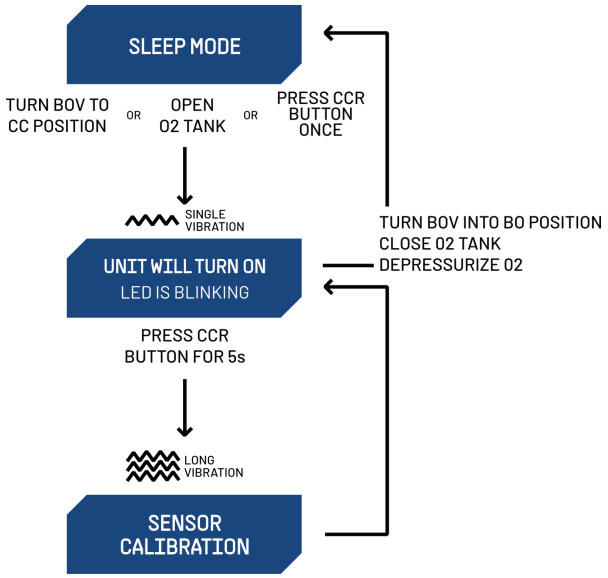
4. Zum Kopplungsmenü navigieren
   Gehen Sie auf dem Symbios-Gerät zu Menü → Einstellungen → Kopplung → CCR-Schnittstelle.

5. Kopplung initiieren
   Drücken Sie in der CCR-Benutzeroberfläche die obere Taste am Symbios-Gerät, um Ihren CCR-Kopf zu koppeln. Falls bereits ein anderer Kopf gekoppelt ist, müssen Sie die Taste zuerst drücken, um die Kopplung aufzuheben, und anschließend den neuen CCR-Kopf koppeln. Es kann jeweils nur ein CCR-Kopf gekoppelt sein.

6. Kopplung bestätigen
   Sobald die Kopplung abgeschlossen ist, zeigt das Symbios-Gerät die

ID-Nummer des angeschlossenen CCR-Kopfes an.

7. Datenempfang überprüfen
Wechseln Sie zurück zur Hauptanzeige und vergewissern Sie sich, dass das Symbios-Gerät Live-Daten vom CCR-Kopf empfängt.



3.6.8.3 USB-Modus

Der Symbios CM Rebreather-Kopf kann mithilfe des mitgelieferten Lade-/Verbindungskabels an einen PC angeschlossen werden. Dies ermöglicht dem Benutzer, Firmware-Updates durchzuführen oder auf die internen Speicherprotokolle des Geräts zuzugreifen, um diese zu überprüfen und zu diagnostizieren.

So aktivieren Sie den USB-Modus:

1. Verbinden Sie das USB-Ende des Kabels mit einem geeigneten USB-Anschluss an Ihrem Computer.

2. Befestigen Sie den magnetischen Ladeadapter am magnetischen Anschluss des CCR-Kopfes.

3. Die Elektronik des CCR schaltet sich automatisch ein, und das Gerät wird auf Ihrem Computer als Wechseldatenträger (externes Laufwerk) angezeigt.

4. Öffnen Sie das Laufwerk mit dem Datei-Explorer Ihres Betriebssystems, um die Protokolldateien anzuzeigen. Die Blackbox-Datei kann kopiert und zur Diagnose an das Halcyon-Supportteam gesendet werden.

⚠ VORSICHT

_ Vor dem Entfernen des Kabels muss das Laufwerk immer ordnungsgemäß getrennt (ausgeworfen/ausgehängt) werden.
_ Um Datenbeschädigung zu vermeiden, verwenden Sie die Funktion „Hardware sicher entfernen“ oder „Auswerfen“ des Betriebssystems.
_ Verändern oder löschen Sie keine Firmware- oder Systemdateien auf dem CCR-Kopf, da dies das System deaktivieren oder beschädigen kann.
_ Das Kabel darf während eines Firmware-Updates niemals getrennt werden.
_ Unsachgemäße Entfernung kann den internen Speicher des Geräts beschädigen oder dauerhaft zerstören.

⚠ WARNUNG

Versuchen Sie nicht zu tauchen, während sich der CCR im USB-Modus befindet. Stellen Sie sicher, dass alle Dateien sicher geschlossen und das Gerät ordnungsgemäß getrennt ist, bevor Sie den normalen Betrieb wieder aufnehmen.

3.7 Sauerstoffregelungselektronik / Symbios Guardian r-OS™

Das Symbios Guardian r-OS™ (Rebreather Operating System) bietet fortschrittliche Funktionalität, Redundanz und verbesserten Taucherschutz durch intelligente Sauerstoffkontrolle, mehrschichtige Schutzstrategien und klare Benutzerwarnungen.

3.7.1 Systemarchitektur

_ Zwei unabhängige Steuergeräte überwachen den pO_2-Wert von drei Sensoren und betätigen das Sauerstoffmagnetventil.

_ Der primäre Controller verwaltet die pO_2-SetPoints und überträgt Daten über das Symbios Wi-Dive™-Protokoll.

_ Der sekundäre Controller von Sentinel überwacht unabhängig pO_2, Leistungspegel, Umgebungsdruck und den integrierten O_2-Drucksensor.

_ Die beiden Systeme sind über einen I^2C-Bus miteinander verbunden und bilden eine dreifach redundante Architektur, die Daten über unabhängige Antennen für eine kontinuierliche, ausfallsichere Rückmeldung ausstrahlt.

_ Die gesamte Steuerelektronik ist im CCR-Kopf integriert und liest die Sensoren, betätigt das Magnetventil und übernimmt die drahtlose Kommunikation.

3.7.2 Steuerungs- und Schutzfunktionen

_ Berechnet den Mittelwert aus drei Sensorwerten und vergleicht diesen mit dem vom Taucher gewählten SetPoint.

_ Stabile pO_2-Regelung durch einen feinabgestimmten Magnetventil-Steuerungsalgorithmus.

_ Abstiegsschutz: Unterbricht die Injektion bei Abstiegen >10 m/min/33 ft/min, um pO_2-Spitzen zu vermeiden.

_ Der Hyperoxieschutz unterbricht die Injektion, wenn ein Sensor einen Wert von >1,4 bar anzeigt (oder >1,5 bar, wenn der SetPoint 1,4 bar beträgt).

_ Hypoxieschutz: Wenn zwei Sensoren einen Wert von ≤0,3 bar anzeigen, spritzt das Magnetventil unabhängig vom dritten Sensor für ein festgelegtes Intervall Sauerstoff ein.

_ Die automatische Sensorausschließung ignoriert alle Sensoren, die einen Wert von ≤0,02 bar melden, um fehlerhafte Eingaben zu verhindern.

3.7.3 Kommunikation und Warnmeldungen

_ Das Symbios Wi-Dive™-Protokoll ermöglicht eine zuverlässige drahtlose Datenübertragung in Echtzeit zwischen dem CCR-Kopf, dem Handset und dem HUD.

_ Integrierte optische und Vibrationsalarme warnen vor unsicheren pO_2-Werten, Sensorabweichungen, Magnetventilfehlern, niedrigem Stromverbrauch oder anderen Systemfehlern.

Dieses Betriebssystem positioniert den Symbios CM Rebreather an der Spitze der aktuellen Rebreather-Technologie und bietet

Tauchern eine äußerst zuverlässige, redundante und vernetzte Plattform, die den anspruchsvollen Anforderungen sowohl des Sport- als auch des technischen Tauchens gerecht wird.

HINWEIS

Nutzerverantwortung

Obwohl das Guardian r-OS™ fortschrittliche Sicherheitsvorkehrungen bietet, bleiben die Wachsamkeit des Tauchers, eine korrekte Ausbildung und die Einhaltung der Betriebsanweisungen für die sichere Verwendung des Kreislauftauchgeräts unerlässlich.

3.7.4 Sauerstoffsensoren

Das Symbios CCR nutzt eine Kombination aus elektrochemischen Sauerstoffsensoren und dem Solidstatesensor GreenFlash™ zur Überwachung des pO_2 im Atemkreislauf.

Elektrochemische Sensoren erzeugen einen elektrischen Strom, der in Spannung gemessen wird und proportional zum Sauerstoffpartialdruck ist. Der GreenFlash™-Sensor nutzt optische Fluoreszenz zur Erzeugung eines digitalen Signals. Die Kombination beider Technologien gewährleistet Redundanz, Stabilität unter verschiedenen Bedingungen und eine verbesserte Langzeitstabilität.

Sensorvergleich

Besonderheit	Elektrochemischer O_2-Sensor	GreenFlash™ Festkörper-O_2-Sensor
Signalart	Analoges Signal in mV	Digitalausgang
Nutzungsdauer	ca. 12 Monate (Verbrauchsmaterial)	Bis zu 5 Jahre
Umweltsensibilität	Beeinflusst durch Luftfeuchtigkeit, Alter und Kalibrierungsdrift	Stabil im CCR-Kreislauf bei hoher Luftfeuchtigkeit
Kalibrierung	Erfordert häufige Benutzerkalibrierung	Werkskalibrierung mit Korrekturfaktor, der bei der Kalibrierung elektrochemischer Zellen angewendet wird
Zusatzdaten	Keiner	Batteriestand, Diagnose

Ansprechzeit	Sehr schnell	Schnell (~2 s - t63)
Ausfallarten	Alterung, aktuelle Begrenzung, Fehlmessungen, Nichtlinearität	Ausbleichen von optischen Sensorflecken, Batterieentladung

⚠ VORSICHT

_ Vor jedem Tauchgang, insbesondere bei wechselnden Bedingungen, muss die korrekte Kalibrierung stets überprüft werden.

_ Abgelaufene, beschädigte oder nicht kalibrierte Sensoren können zu falschen pO_2-Messwerten führen.

_ Eine mangelnde Pflege und Kalibrierung der Sensoren kann zu Hypoxie oder Hyperoxie führen.

3.7.4.1 Sensorpositionierung

_ Steckplätze 1 und 2: Elektrochemische (galvanische) Sauerstoffzellen.
_ Steckplatz 3: Halcyon GreenFlash™ Optodensensor.



_ Steckplatz 3 kann für die Verwendung einer elektrochemischen (galvanischen) Sauerstoffzelle eingestellt werden. Diese Einstellung erfolgt durch Koppeln des CCR-Kopfes mit der Halcyon-App und Ändern der entsprechenden Einstellung.

3.7.4.2 Halcyon GreenFlash™ Optode



Halcyon GreenFlash™ Optoden-O_2-Sensor

Die Halcyon GreenFlash™ Optode ist ein Festkörper-O_2-Sensor, der eine mit einem fluoreszierenden Farbstoff beschichtete Membran nutzt, die durch eine grüne LED angeregt wird. Der Farbstoff emittiert Licht, das in Gegenwart von Sauerstoff gelöscht wird; je höher der O_2-Partialdruck ist, desto geringer sind Intensität und Lebensdauer des Signals. Ein optischer Hochgeschwindigkeitsdetektor erfasst die Fluoreszenz, führt eine schnelle Fourier-Transformation (FFT) mit Temperaturkompensation durch und berechnet die pO_2-Werte anhand werkseitiger Kalibrierungsdaten. Dieses Design ermöglicht

eine stabile, kalibrierungsgesicherte Messung des Sauerstoffpartialdrucks.

⚠ VORSICHT

Helles Umgebungslicht oder Leuchtstoffröhrenlicht können die Messwerte beeinträchtigen. Verwenden Sie den Sensor daher immer innerhalb des Schutzgehäuses des Messsystems oder in einer lichtgeschützten Umgebung.

Der Symbios CM Rebreather ist mit einem GreenFlash™-Sauerstoffsensor ausgestattet, der in Steckplatz 3 des CCR-Kopfes installiert ist. Er liefert ein digitales pO_2-Signal mit Zusatzdaten (z. B. Batteriestand und Temperatur).

Hauptmerkmale

_ Feuchtigkeitsstabil: Weniger anfällig für Feuchtigkeit als galvanische Sensoren, wodurch die Zuverlässigkeit in CCR-Beatmungskreisläufen gewährleistet wird.

_ Geringer Stromverbrauch: Betrieb mit einer CR2477 Knopfzelle (>900 mAh).

_ Betriebsarten:

_ Schlafmodus – inaktiv, wenn nicht installiert; prüft alle 20 Sekunden.

_ Standby-Modus – Pilotmessung alle 15 s; wird aktiviert, wenn pO_2 > 0,3 bar.

_ Messmodus – Messung alle 2 Sekunden, Ausgabe analoger oder digitaler Daten; schaltet in den Standby-Modus, wenn pO_2 < 0,3 bar für eine Stunde ist.

_ Messbereich (pO_2): 0,1 – 2 bar

_ O_2-Anteilbereich: 10–100 %

_ Reaktionszeit: ~2 s (t63)

_ Betriebstemperatur: 0–40 °C / 32–104 °F

_ Lagertemperatur: –10–50 °C / 14–122 °F

_ Genauigkeit: Entspricht ISO 80601-2-55:2018

_ Kann im Analogmodus betrieben werden und erzeugt bei 21% O_2 eine Spannung von ca. 10 mV.

Ausgabemodi

Die Halcyon GreenFlash™ Optode kann entweder im digitalen oder im analogen Ausgabemodus betrieben werden.

So konfigurieren Sie die Halcyon GreenFlash™ Optode für den analogen Betrieb:

_ Die Batterie vorsichtig entnehmen.
_ Warten Sie 30 Sekunden.
_ Tauschen Sie die Batterie aus und setzen Sie die Zelle wieder zusammen.
_ Die Halcyon GreenFlash™ Optode testet den Stromkreis, in den sie eingebaut ist.
_ Installieren Sie die Halcyon GreenFlash™ Optode an einem für analoge Anwendungen vorgesehenen Ort/System.
_ Die Zelle testet das System und bleibt in diesem Modus, solange die Batterie geladen ist.

Um die Halcyon GreenFlash™ Optode für den digitalen Betrieb neu zu konfigurieren:

_ Die Batterie vorsichtig entnehmen.
_ Warten Sie 30 Sekunden.
_ Tauschen Sie die Batterie aus und setzen Sie die Zelle wieder zusammen.
_ Überprüfen Sie mithilfe der Halcyon-App,

ob Steckplatz drei für eine digitale Zelle konfiguriert ist.

_ Platzieren Sie den Sensor in Steckplatz drei des CCR-Kopfes.

_ Die Zelle testet das System und bleibt in diesem Modus, solange die Batterie geladen ist.

HINWEIS

Steckplatz 3 des Symbios CM Rebreather-Kopfes ist für ein digitales Signal konfiguriert. Dies kann geändert werden, indem der CCR-Kopf mit der Halcyon-App gekoppelt und der Steckplatz für die Verwendung einer analogen Zelle neu konfiguriert wird.

⚠ VORSICHT

_ Nicht direkter Sonneneinstrahlung aussetzen (Gefahr des Ausbleichens/der Beschädigung des Sensorbereichs).

_ Nicht bei hellem Licht betreiben (Gefahr einer Verstärkerüberlastung → falsche Messwerte).

_ Nicht unter Leuchtstoffröhrenlicht betreiben (kann die Messwerte stören).

_ Die Genauigkeit kann nach einer Einwirkung von Temperaturen über 40 °C/104 °F abnehmen.

_ Der Betrieb unterhalb von 10 °C/50 °F erhöht den Batterieverbrauch.

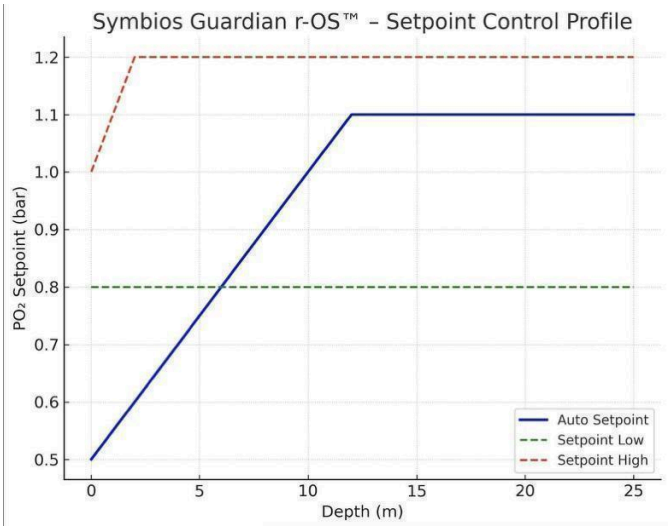
3.7.5 SetPoints für den Sauerstoffpartialdruck

Der Symbios CM Rebreather bietet drei wählbare pO_2-SetPoints:

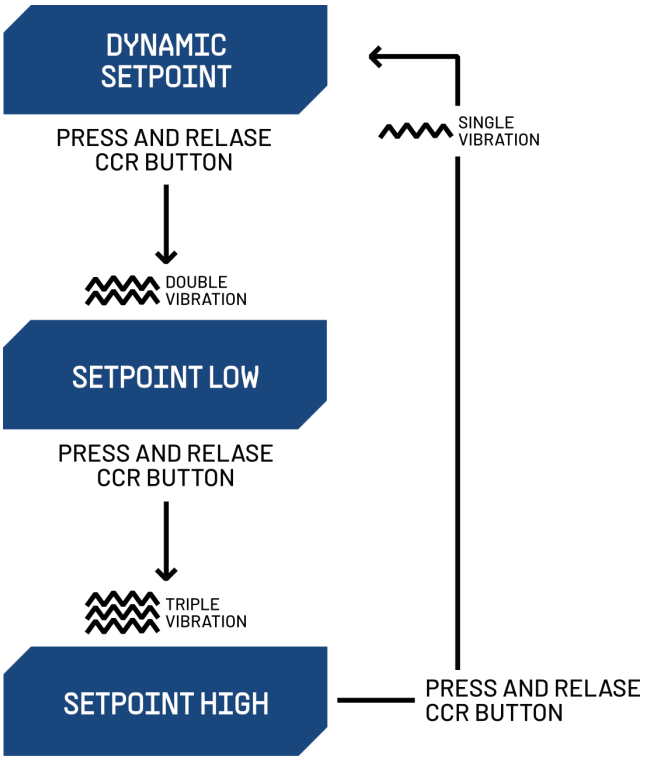
_ Dynamischer SetPoint – Hält den Sauerstoffanteil während des Abstiegs bei ca. 50 % und passt ihn an, bis der gewählte maximale pO_2-Wert (0,8–1,2 bar) erreicht ist. Beim Aufstieg schaltet das System wieder auf Sauerstofferhaltung um. Die korrekte Funktion wird durch eine Vibrationssequenz bestätigt.

_ Niedriger SetPoint – Hält einen vom Benutzer gewählten pO_2-Wert zwischen 0,6 und 1,0 bar. Bestätigt durch zwei Vibrationssequenzen.

_ Hoher SetPoint – Hält einen vom Benutzer gewählten pO_2-Wert zwischen 1,1 und 1,4 bar aufrecht. Bestätigt durch drei Vibrationssequenzen.



Die SetPoints werden mit jedem Drücken der CCR-Taste nacheinander durchlaufen.



3.7.6 Drahtlose Verbindung / Symbios Wi-Dive™

Der Symbios CM Rebreather nutzt BT-Kommunikation an der Oberfläche, um eine Verbindung zur Halcyon Dive App herzustellen und so Daten herunterzuladen und die Konfiguration vorzunehmen.

Unter Wasser überträgt das Gerät Daten über das proprietäre Symbios Wi-Dive™-Protokoll, das auf magnetischer Übertragung basiert und eine Reichweite von bis zu ~1 m/3 ft ermöglicht.

Das System gewährleistet:

- Hohe Datenrate und geringe Latenz.
- Redundante Übertragung für höhere Zuverlässigkeit.
- Verifizierungsprotokolle zur Minimierung von Fehlern.

Dies ermöglicht Tauchern die ununterbrochene Überwachung der CCR-Parameter ohne die Einschränkungen fest installierter Kabel.

3.7.7 Aktives Warnsystem

Der Symbios CM Rebreather-Kopf verfügt über ein aktives Warnsystem gemäß EN 14143. Ein Vibrationsmotor, der sich auf Brusthöhe des Tauchers befindet, gibt bei gefährlich hohem oder niedrigem Sauerstoffpartialdruck sofortiges taktiles Feedback. Diese Vibration wird durch rote Warnanzeigen auf dem Handset ergänzt, wodurch die Redundanz mehrerer sensorischer Kanäle gewährleistet wird.

Durch die Platzierung des Vibrationsmotors im Brustbereich ist der Alarm praktisch unüberhörbar, und seine Intensität ermöglicht es dem Taucher, ihn zu spüren und in vielen Fällen sogar von nahegelegenen Tauchern in Entfernungen von bis zu 10 m zu hören.

Zusammen verringern diese multimodalen aktiven Alarme (taktil, visuell und akustisch) die Wahrscheinlichkeit erheblich, dass ein Taucher kritische Sauerstoffwarnungen übersieht oder ignoriert, und sorgen so für eine signifikante Steigerung der Betriebssicherheit und die Einhaltung der CE/EN-Normen.

Vibrationsalarmsystem

Der integrierte Vibrationsmotor liefert haptisches Feedback und dient als aktives Warnsystem, um den Taucher in kritischen Situationen zu alarmieren. Er gibt außerdem Bestätigungsfeedback während des Systembetriebs, beispielsweise beim Einschalten und Kalibrieren.

Vibrationssignale und ihre Bedeutung

Vibrationsart	Muster	Bedeutung
Kurze Einzelvibration	–	Automatischer (dynamischer) SetPoint ausgewählt
Zwei kurze Vibrationen	– –	SetPoint niedrig ist ausgewählt
Drei kurze Vibrationen	– – –	SetPoint hoch ist ausgewählt
Kontinuierliche Vibrationssignale	– – – – – – – – – –	Zu hoher oder zu niedriger pO_2
Sehr kurze Vibrationen	. .	Akku schwach (5 % < BAT < 15 %)*
Einzelne lange Vibration	————	Beginn der pO_2-Kalibrierung
Drei lange Vibrationen	———— ———— ————	CCR-Taste deaktiviert**

HINWEIS

Warnungen zum Akkustand

_ Sinkt die Batteriekapazität unter 15 %, erhält der Taucher eine Reihe sehr kurzer Vibrationsimpulse, um den niedrigen Ladezustand anzuzeigen.

_ Wenn der Ladestand unter 5 % fällt, wird diese Warnung unterdrückt, um die verbleibende Kapazität zu schonen.
_ Wenn die Warnung bei niedrigem Batteriestand unterdrückt ist, müssen die Benutzer den Batteriestatus über das Handset/HUD genau im Auge behalten, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten.

HINWEIS

Der Vibrationsmotor gibt auch Rückmeldung, wenn der CCR-Kopf eingeschaltet wird und während der Kalibrierungsvorgänge.

3.8 Sauerstoffversorgungssystem des Symbios CM Rebreathers

Das Sauerstoffversorgungssystem Symbios CM Rebreather ist so konzipiert, dass es Sauerstoff sicher und gemäß den Anforderungen der EN 14143:2013 in den Atemkreislauf einspeist. Das System besteht aus:

_ Sauerstoffflasche – wird am Boden des Rebreather-Behälters montiert; muss für den Sauerstoffbetrieb gemäß den nationalen Normen des Verwendungslandes zertifiziert sein.
_ Sauerstoffregler mit integriertem MAV – reduziert den Flaschendruck auf einen mittleren Druck und ermöglicht die manuelle Zugabe von Sauerstoff in den Kreislauf.
_ Magnetventil – elektronisch gesteuert, sorgt für automatische Sauerstoffzufuhr zur Aufrechterhaltung des vom Taucher gewählten pO_2-SetPoints.
_ Sauerstoffsensoren – zwei elektrochemische Sensoren und eine Halcyon GreenFlash™ Optode, ein digitaler Sensor, der im CCR-Kopf installiert ist, um den Sauerstoffpartialdruck im Atemkreislauf kontinuierlich zu messen. Alternativ können auch drei elektrochemische Sensoren verwendet werden.

_ Elektronikmodul – überwacht die Sensorausgabe, steuert das Magnetventil und liefert pO_2-Informationen in Echtzeit über das Symbios-Handset und das HUD.

⚠ WARNUNG

Sicherheit des Sauerstoffsystems

_ Es dürfen ausschließlich für den Sauerstoffbetrieb zugelassene Zylinder, Ventile und Regler verwendet werden.
_ Der Hochdruckanschluss am Tauchkopf ist sauerstofffrei und darf nicht entfernt werden, um Verunreinigungen zu vermeiden. Auch der Durchflussbegrenzer am Hochdruckschlauch darf nicht entfernt werden. Kohlenwasserstoffverunreinigungen, unzureichende Schmierung oder nicht zertifizierte Bauteile können Brände oder Explosionen verursachen.
_ Der Taucher muss bei den Checks zur Vorbereitung die korrekte Funktion des Magnetventils, des MAV und aller Sauerstoffsensoren überprüfen.

3.8.1 Sauerstoffregler

Der Symbios CM Rebreather ist mit einem Sauerstoffregler als ersten Stufe ausgestattet, der den Zylinderdruck auf einen für den Systembetrieb geeigneten Zwischendruck (IP) reduziert.



_ Die nicht-balancierte Kolbenkonstruktion bietet zuverlässigen Betrieb, reduzierte Wartungsintervalle und vereinfachte Wartung.
_ Die CE-Version ist mit einem M26 Gewinde für den Sauerstoffflaschenanschluss ausgestattet. Die internationale Ausführung ist normalerweise mit einem DIN-Gewinde ausgestattet oder wird je nach den Anforderungen des jeweiligen Landes angepasst.
_ Der Zwischendruck sollte bei einem Versorgungsdruck von 200 bar zwischen 7 und 8 bar gehalten werden.
_ Ein integriertes manuelles Sauerstoffzugabeventil (MAV) ermöglicht es dem Taucher, die Sauerstoffzugabe direkt in den Kreislauf zu steuern.
_ Einstellbares Überdruckventil (OPV), das bei 9 bar öffnet und das System vor Reglerausfall oder Überdruck schützt.
_ Verbindungen

  _ Drei Sauerstoffzufuhrschläuche gehen vom Regler ab:

    _ Eine zum Sauerstoffmagnetventil.
    _ Eine zum Hochdruck-Sauerstoffsensor.
    _ Eins zum manuellen Zusatzventil.

⚠ WARNUNG

Sauerstoffbrand-/Explosionsgefahr

Der Umgang mit Sauerstoff birgt erhebliche Brand- und Explosionsgefahren. Die strikte Einhaltung der folgenden Regeln ist zwingend erforderlich:

_ Alle an den Sauerstoffregler angeschlossenen Komponenten müssen sauerstoffgereinigt und sauerstoffverträglich sein. Dies umfasst Schläuche, Schlauchverbindungen, Armaturen, Hochdruckschläuche und Mitteldruckschläuche.
_ Das Anschließen oder Trennen von Sauerstoffschläuchen darf nur von geschultem Personal durchgeführt werden, das für die Wartung sauerstoffreiner Systeme qualifiziert ist.
_ Schläuche dürfen niemals in einer verunreinigten oder nicht sauerstoffreinen Umgebung angeschlossen oder getrennt werden. Kohlenwasserstoffe, Fette, Staub oder Partikel können als Zündquellen wirken.
_ Verwenden Sie niemals eine Sauerstoffflasche, die wärmer als 30 °C/86 °F ist. Hohe Temperaturen erhöhen die Entzündungsgefahr.
_ Das System immer langsam unter Druck setzen. Hinweis: *Das langsame Öffnen eines Ventils ist nicht dasselbe wie das langsame unter Druck setzen. Um* eine adiabatische Erwärmung zu vermeiden, ist eine schrittweise Druckerhöhung sicherzustellen.
_ Vor der Demontage die Schläuche vollständig drucklos machen. Das Öffnen oder Entfernen von Armaturen unter Druck kann zu Bränden oder Explosionen führen.
_ Für Bauteile, die Sauerstoffleitungen führen, dürfen ausschließlich zugelassene Schmier- und Dichtungsmaterialien verwendet werden. Nicht zugelassene Materialien können sich unter Sauerstoffeinwirkung entzünden.

Die Nichteinhaltung dieser Anforderungen birgt ein hohes Risiko von Bränden, Explosionen, schweren Verletzungen oder Tod.

HINWEIS

Der Hersteller übernimmt keine Verantwortung oder Haftung, wenn diese Regeln nicht strikt eingehalten werden.

3.8.2 Bord-Sauerstoffflasche

Der Symbios CM Rebreather muss mit einer für Sauerstoffbetrieb zugelassenen und für die geplante Tauchdauer geeigneten Sauerstoffflasche ausgestattet sein.

Montage:

- Der Zylinder ist an der Montagehalterung befestigt, die sich am Boden des Gehäuse des CO_2-Atemkalkbehälterss befindet.
- Schnellverschlussgurte fixieren den Zylinder sowohl im Betrieb als auch beim Transport sicher an seinem Platz.

⚠ VORSICHT

Sauerstoffflaschen

- Verwenden Sie ausschließlich für Sauerstoffzwecke zugelassene und gekennzeichnete Zylinder, die den lokalen und CE-Vorschriften entsprechen.
- Verunreinigungen durch Kohlenwasserstoffe oder fehlerhafte Reinigungsverfahren können zu Bränden oder Explosionen führen.

Sauerstoffzufuhrschläuche und insbesondere Hochdruckschläuche sollten nicht vom CCR-Kopf getrennt werden, da dies die Gefahr einer Kontamination und einer Förderung der Verbrennung birgt.

3.9 Überwachungsinstrumente

3.9.1 Symbios-Handbücher

Die folgenden Abschnitte bieten lediglich einen allgemeinen Überblick über die zugehörigen Geräte. Diese Beschreibungen ersetzen nicht die detaillierten Bedienungsanleitungen, die jedem Gerät beiliegen.

Alle Taucher müssen vor der Benutzung die jeweiligen Benutzerhandbücher sorgfältig lesen, verstehen und sich damit vertraut machen. Die Nichtbeachtung der in den Handbüchern beschriebenen Anweisungen, Warnungen und Einschränkungen kann zu Fehlgebrauch der Ausrüstung, erhöhten Betriebsrisiken, schweren Verletzungen oder zum Tod führen.

Für eine sichere Integration mit dem Symbios CM Rebreather ist es die Verantwortung des Tauchers, sicherzustellen, dass jedes Gerät strikt gemäß den Anforderungen des Herstellers und innerhalb der in den entsprechenden Normen festgelegten Grenzen verwendet wird.

3.9.2 Elektronik und Displays

Der Symbios CM Rebreather ist mit einem redundanten elektronischen Überwachungs- und Steuerungssystem gemäß EN 14143:2013 ausgestattet. Dieses System überwacht kontinuierlich den Sauerstoffpartialdruck (pO_2) im Atemkreislauf, regelt die Sauerstoffzufuhr und liefert dem Taucher Echtzeitinformationen und Alarme.

3.9.3 Anzeigen von Symbios Handset und HUD

Der Symbios CM Rebreather überträgt alle Betriebsparameter drahtlos über das proprietäre Symbios Wi-Dive™-Protokoll an das Symbios-Handset und das Head-Up-Display (HUD) des Tauchers und/oder seiner Tauchpartner. Diese Geräte ermöglichen die kontinuierliche Überwachung wichtiger Systeminformationen und verbessern das Situationsbewusstsein des Tauchers.







_ Handset – zeigt wichtige Tauchdaten an, darunter pO_2-Werte, SetPoint, Tiefe, Tauchzeit, Dekompressionsstatus, Warnungen und Systemdiagnose.

_ Head-up-Display (HUD) – zeigt wichtige Tauchdaten wie pO_2-Werte, SetPoint, Tiefe, Tauchzeit, Dekompressionsstatus, Warnungen und Systemdiagnosen auf Augenhöhe an und bietet gleichzeitig zusätzliche Redundanz gegenüber der Verwendung eines einzelnen Handsets.

_ Zusätzliche Redundanz wird durch das Hinzufügen weiterer Handsets oder HUDs und durch die Möglichkeit, die Übertragung eines Tauchpartners mitzulesen, erreicht.

3.9.4 Systemmerkmale

_ Sowohl das Handset als auch das HUD fungieren als vollwertige, trimixfähige Dekompressionscomputer und können unabhängig voneinander verwendet werden, wenn nicht mit dem Symbios CM Rebreather getaucht wird.

_ HUD und Mobilgerät bieten unabhängige Informationswege und gewährleisten so Redundanz.

_ Taucher müssen die Sensordaten gegenprüfen und im Falle von Abweichungen der Sensoren gemäß den Ausbildungsprotokollen handeln.

_ Das System unterstützt die Kopplung mit bis zu fünf Symbios-Tank-Pods und ermöglicht so die Anzeige von Gasdruckdaten aus neun unabhängigen Quellen zusätzlich zum Druck der integrierten Sauerstoffflasche.

_ Daten vom CCR (z. B. pO_2, SetPoints, Systemstatus) werden in Echtzeit angezeigt, um den Taucher bei der Überwachung des Rebreathers zu unterstützen.

3.9.5 Anzeigeparameter

Alle Betriebsparameter können drahtlos auf jedem gekoppelten Symbios-Handset oder Symbios-HUD-Gerät angezeigt werden.

Zu den angezeigten Parametern gehören:

_ Einzelne O_2-Sensorwerte und durchschnittlicher pO_2

_ OC/CC-Betriebsmodus
_ Bord-O_2-Druck
_ pO_2-SetPoint
_ Batteriestatus des CCR-Kopfes und des GF-Sensors
_ Wi-Dive-Kommunikationsstatus
_ Aktive Alarme und Warnungen

3.9.6 Wichtige Systembeschränkung

_ Das Symbios-Handset und das HUD sind ausschließlich Überwachungsgeräte.
_ Sie sind nicht Teil des Sauerstoffkontrollsystems des Kreislaufgeräts und können die Sauerstoffzufuhr weder beeinflussen noch regulieren.
_ Der sichere Betrieb des Symbios CM Rebreathers hängt von der Wachsamkeit des Tauchers, der Einhaltung der Schulung und der Befolgung der CE-Betriebsverfahren ab.

3.9.7 Verantwortung des Tauchers

_ Überprüfen Sie die pO_2-Werte regelmäßig während des gesamten Tauchgangs.
_ Reagieren Sie umgehend auf Alarme.
_ Sowohl das Handset als auch das Head-up-Display müssen kontinuierlich überwacht werden.

⚠ WARNUNG

Das Handset und das Head-up-Display dienen der Anzeige und Überwachung, sind aber keine automatischen Lebenserhaltungssysteme. Eine gegenteilige Annahme könnte zu einem falschen Vertrauen in die Redundanz führen und das Risiko von Hypoxie oder Hyperoxie erhöhen. Bei abweichenden Sensorwerten oder einem pO_2-Wert außerhalb der zulässigen Grenzwerte gibt das System Alarme aus, die ein sofortiges Eingreifen erfordern (z. B. Umschalten auf Bailout oder manuelle Gaszufuhr).

3.9.8 Symbios-Handset

Das Symbios Handset ist ein am Handgelenk getragener, voll funktionsfähiger Tauchcomputer, der Symbios Wi-Dive™-Daten empfangen und anzeigen kann.

Merkmale:

_ Symbios Wi-Dive™ drahtlose Kommunikation
_ Tiefe, Zeit, 3xpO_2, durchschnittlicher pO_2-Wert und Dekompressionsdaten
_ Konfigurierbare Informationsfelder
_ Starkes Vibrationsalarmsystem
_ Unterstützt bis zu 9 Drucksensoren
_ Bühlmann-ZHL16C-Algorithmus mit Gradientenfaktoren
_ 3 CC und 5 OC Gase, während des Tauchgangs anpassbar
_ CNS- und OTU-Tracking
_ Kompatibel mit Luft, Nitrox und Trimix
_ Manuelle oder automatische Umschaltung zwischen CC und OC
_ Manuelle Sensorausschließung bei Dekompressionsberechnungen
_ Neigungskompensierter digitaler Kompass
_ Tauchlogbuchspeicher
_ Vollständig integriert mit der Halcyon Dive App für Protokolle, Firmware-Updates und Synchronisierung der Einstellungen

3.9.9 Symbios HUD

Das Symbios HUD ist ein an der Tauchmaske befestigter Tauchcomputer mit Symbios Wi-Dive™. Es projiziert ein virtuelles Display

(20x20 cm/ 8" x 8") vor das Auge des Tauchers, ohne die Sicht zu behindern.

Halcyon empfiehlt das HUD als primäres pO_2-Überwachungsgerät.

Merkmale:

_ Symbios Wi-Dive™ drahtlose Kommunikation
_ Tiefe, Zeit, 3xpO_2, durchschnittlicher pO_2-Wert und Dekompressionsdaten
_ Konfigurierbare Informationsfelder
_ Starkes Vibrationsalarmsystem
_ Unterstützt bis zu 9 Drucksensoren
_ Bühlmann ZHL16C mit Gradientenfaktoren
_ 3 CC und 5 OC Gase, während des Tauchgangs anpassbar
_ CNS- und OTU-Tracking
_ Kompatibel mit Luft, Nitrox und Trimix
_ Automatische/manuelle Umschaltung zwischen CC und OC
_ Manuelle Sensorausschaltung
_ Erweiterter pO_2-Übereinstimmungsalgorithmus für Dekompressions- und ZNS-Berechnungen
_ Neigungskompensierter Kompass
_ Tauchlogbuchspeicher
_ Vollständig integriert mit der Halcyon Dive App für Protokolle, Firmware-Updates und Synchronisierung der Einstellungen

3.9.10 Kopplung von Handset und HUD mit CCR-Kopf

So koppeln Sie ein Symbios-Handset oder HUD mit einem CCR-Kopf:

1. Schalten Sie den CCR-Kopf mit dem Multifunktionsknopf ein.
2. Schalten Sie das Handset oder das HUD ein.
3. Zum Aufrufen des Menüs die obere Taste lange drücken.
4. Verwenden Sie die obere oder untere Schaltfläche, um zu den Einstellungen zu navigieren.
5. Zum Eingeben die obere Taste lange drücken.
6. Stellen Sie sicher, dass sich das Gerät im CCR-Tauchmodus befindet.
7. Navigieren Sie zum Menü „Kopplungen".
8. CCR-Gerät auswählen.
9. Zum Koppeln die obere Taste gedrückt halten. Die drahtlose CCR-ID wird nach erfolgreicher Kopplung angezeigt.

4 Außenhülle

Der Symbios CM Rebreather verfügt über eine robuste, schützende Außenhülle, die das Gerät zur Umgebung abschirmt und mehrere Befestigungspunkte für die Taucherbefestigung bietet.



_ Die Hüller verfügt über Öffnungen, die eine optimierte Schlauchführung für Sauerstoff- und Diluentgaszufuhr ermöglichen.
_ Ermöglicht einen einfachen Zugriff auf die Multifunktionstaste am CCR-Kopf.

⚠ WARNUNG

Auftrieb und Befestigung

_ Der Symbios CM Rebreather ist kein Tarierjacket (BC) und darf nicht als solches verwendet werden.
_ Der Symbios CM Rebreather nutzt kein Gurtzeug zur direkten Befestigung des Rebreathers am Körper des Tauchers.
_ Taucher müssen einen separaten Tarierjacket verwenden, der für das geplante Tauchprofil geeignet ist.
_ Das modulare Design des Symbios CM Rebreathers ermöglicht verschiedene Befestigungsmethoden; jedoch darf keine der gewählten Konfigurationen die Sicherheit, Stabilität oder Funktionalität des Rebreathersystems beeinträchtigen.

5 Montage und Vorbereitung zum Tauchen

Der Symbios CM Rebreather ist für eine einfache Montage und Vorbereitung konzipiert. Dennoch muss die Checkliste vor dem Tauchgang in Anhang A unbedingt befolgt werden, um Fehler zu vermeiden, die zu Fehlfunktionen führen und die Sicherheit des Tauchers gefährden könnten.

HINWEIS

Die korrekte Montage, die Überprüfung vor dem Tauchgang und die Einhaltung der Wartungsintervalle sind entscheidend für den sicheren Betrieb des Symbios CM Rebreathers.

5.1 Befüllen mit CO_2-Absorptionsmittel

- Das Gehäuse des CO_2-Atemkalkbehälters enthält den CO_2-Atemkalkbehälter.
- Stellen Sie das Gehäuse des CO_2-Atemkalkbehälters mit der Öffnung nach oben auf eine ebene Fläche.
- Entriegeln Sie die beiden Haltehebel, ziehen Sie sie nach oben und öffnen Sie sie.



⚠ WARNUNG

Achten Sie darauf, sich nicht die Hand oder den Finger einzuklemmen, wenn sich der Hebel in Richtung der oberen Anschlüsse am Behälter bewegt.



_ Durch Hebelwirkung den O-Ring vorsichtig, aber fest überwinden.



_ Heben Sie den Atemkalkbehälter aus dem Behältergehäuse.

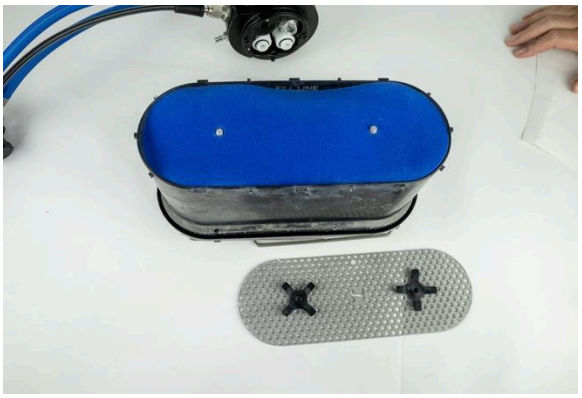


_ Drehen Sie den Behälter um, sodass das Sieb nach oben zeigt.



_ Entfernen Sie die Befestigungsmuttern, das Sieb und den Schaumstofffilter.





_ Vergewissern Sie sich, dass der Behälter sauber und frei von verbrauchtem Absorptionsmittel oder Ablagerungen ist.

_ Füllen Sie die Kammer bis zur Hälfte mit zugelassenem CO_2-Absorptionsmittel und klopfen Sie leicht dagegen, um es gleichmäßig zu verteilen.





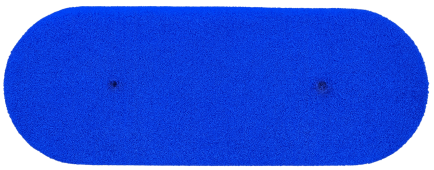


_ Füllen Sie bis zur eingravierten Fülllinie weiter.



_ Überprüfen Sie den Schaumstofffilter; ersetzen Sie ihn bei Beschädigung.





_ Setzen Sie den Filter wieder ein und achten Sie darauf, dass das Sieb sauber im Gehäuse sitzt.

_ Prüfen Sie, ob es an den Seiten oder Ecken keine Überlappungen gibt.





_ Ziehen Sie die Muttern fest, um einen festen Sitz zu gewährleisten. Nicht zu fest anziehen.



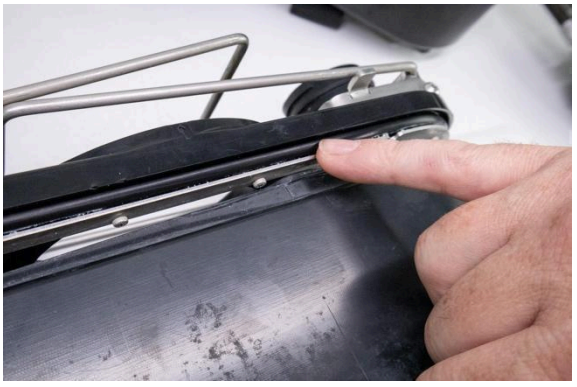
_ Beim Schütteln des Behälters sollten keine Geräusche von losem Material zu hören sein.





_ Prüfen Sie alle O-Ringe auf Schnitte, Beschädigungen oder Verunreinigungen.





_ Setzen Sie die Kartusche in das Kartuschengehäuse ein und achten Sie darauf, dass sich die Inhalationsseite (blauer O-Ring) auf der rechten Seite befindet.





_ Stellen Sie sicher, dass die Verschlussstangen ordnungsgemäß unter dem Behälter sitzen und die oberen Verschlüsse sicher befestigt sind.





_ Legen Sie den Atemkalkbehälter in die Außenhülle und fädeln Sie die Gurte der Sauerstoffflasche durch die unteren Schlitze.





5.2 Vorbereiten und Installieren des CCR-Kopfes

5.2.1 Kalibrierung des CCR-Kopfes mit den Sauerstoffsensoren

_ Die Kalibrierung muss vor dem Einbau des CCR-Kopfes abgeschlossen sein.
_ Verwenden Sie die mitgelieferte Kalibrierkappe und 100% Sauerstoff.
_ Prüfen Sie die Sensordaten und bestätigen Sie die Sauerstoffreinheit.
_ Prüfen Sie, ob die Verbindungen zum Magnetventil-Zulaufschlauch, zum Onboard-Sauerstoffsensorschlauch und zum MAV-Schlauch fest sitzen.
_ Befestigen Sie den Regler am Kalibrierzylinder.
_ Setzen Sie die Kalibrierkappe auf, schalten Sie das Handset ein und anschließend den CCR-Kopf.
_ Überprüfen Sie die Verbindung und den Batteriestand.
_ Öffnen Sie langsam das Sauerstoffventil und halten Sie die CCR-Taste 7 Sekunden lang gedrückt.
_ Die Bestätigungs-LED leuchtet magenta und die Monitorkalibrierung wird am Handset angezeigt.
_ Drehen Sie nach Aufforderung den Kalibrierzylinder zu, entfernen Sie die Kalibrierkappe und setzen Sie die Sensoren zur Linearitätsprüfung der Luft aus (muss sich bei 0,21 bar ±0,02 stabilisieren).
_ Trennen Sie den LP-Schnellkupplungsschlauch, wenn Sie das Gerät montieren möchten.





5.2.2 Kalibrierungsbildschirme und Daten

Kalibrierungsmodus wird aufgerufen

_ Wenn der Kalibrierungsmodus aktiviert ist, wird auf dem Handset und dem HUD „CAL“ angezeigt.
_ Das System beginnt mit der Sauerstoffzufuhr, und die pO_2-Werte steigen im Verlauf der Kalibrierung an.



Angezeigte Werte

_ Analogzellen (mV-Messwerte)
_ Die oberste Zeile zeigt die Millivolt-Ausgangswerte (mV) der einzelnen installierten analogen Sensoren.
_ Controller- und Sentinel-Ausgänge
_ In der zweiten und dritten Zeile werden die vom Controller- und Sentinel-System berechneten pO_2-Werte angezeigt.
_ Sensorkonfigurationen
_ Bei drei installierten Analogzellen werden drei mV-Werte angezeigt.
_ Mit zwei analogen Zellen und einer Halcyon GreenFlash™ Optode zeigt das dritte Display einen Korrekturfaktor an, der den Ausgang ausrichtet.





5.2.3. Kalibrierungsfehler

_ Sind die Messwerte ungültig oder überschreiten die Zellabweichungen die zulässigen Grenzwerte, zeigt das Display „CALFAILED“ an. Der zulässige Bereich liegt bei 38 mV bis 80 mV bei 1 bar pO_2.
_ In diesem Fall muss die Kalibrierung nach Überprüfung des Sensorzustands und der Sensorposition wiederholt werden.



5.2.4. Abschluss der Kalibrierung

_ Am Ende des Zyklus fordern das Handset und das HUD den Taucher auf:

_ Entfernen Sie die Kalibrierkappe.
_ Sauerstoffzufuhr abschalten.

_ Das System entleert automatisch die Sauerstoffleitung und zeigt anschließend CHECKAIR an.

_ Lassen Sie den CCR-Kopf zur Umgebungsluft hin offen und vergewissern Sie sich, dass die pO_2-Werte zum Ausgangswert zurückkehren.

_ Das Zwei-Punkt-Kalibrierungsverfahren sorgt für eine höhere Genauigkeit und langfristige Präzision des Sensors.



5.2.5 Systemverifizierung

_ Symbole in der oberen linken und oberen rechten Ecke bestätigen die aktive Übertragung vom Controller und Sentinel.
_ Dies ermöglicht es dem Taucher zu überprüfen, ob beide Systeme korrekt senden.

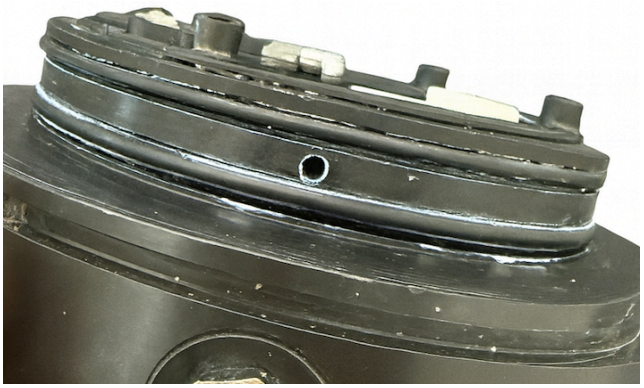
5.3 Montage des CCR-Kopfes

_ Überprüfen Sie den CCR-Kopf auf sichtbare Schäden, fehlende Sensoren oder beschädigte O-Ringe.
_ Die O-Ringe des CCR-Kopfes sollten gut mit sauerstoffverträglichem Fett geschmiert werden.



_ Prüfen Sie, ob die Sauerstoffzufuhröffnungen sowohl am CCR-Kopf als auch am Atemkalkbehälter frei sind.





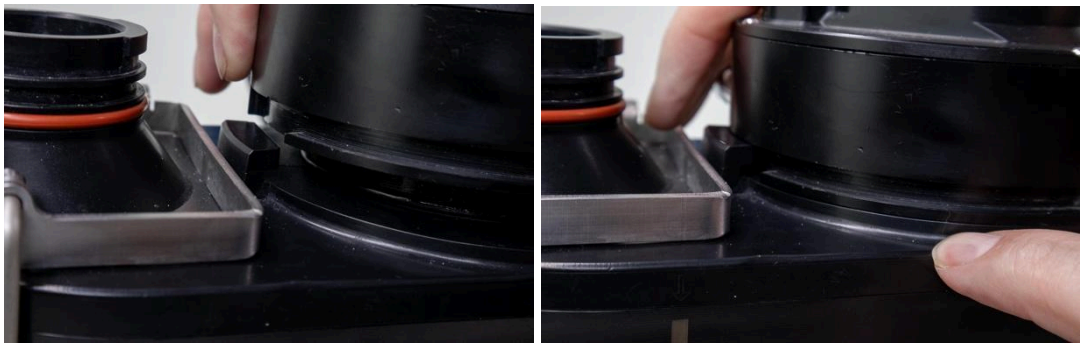
_ Setzen Sie den CCR-Kopf auf den Atemkalkbehälter und achten Sie darauf, dass der Pfeil mit der Markierung auf dem Atemkalkbehälter übereinstimmt. Die Hochdruck- und Mitteldruckschläuche müssen angeschlossen und nach vorne gerichtet sein. Der Schnellkupplungs-Mitteldruckschlauch darf nicht angeschlossen werden.



_ Achten Sie auf die korrekte Position und drücken Sie gleichmäßig, um den Kopf zu fixieren. Drücken Sie den Kopf erst dann nach unten, wenn er richtig ausgerichtet ist.



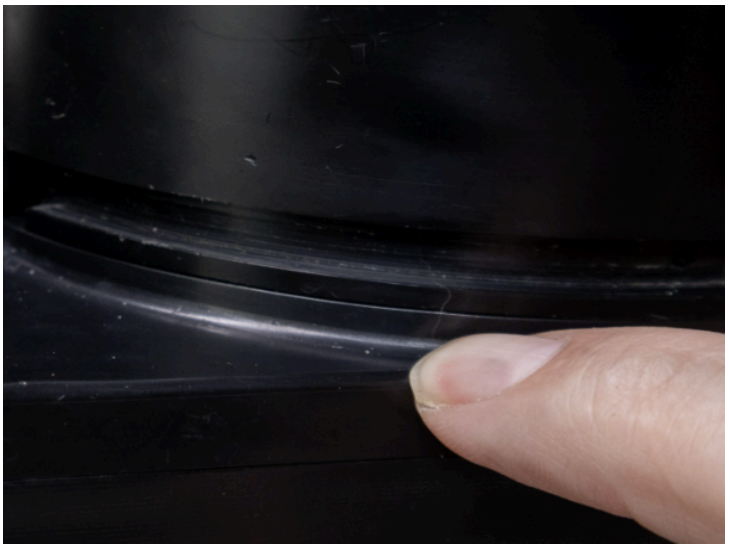
_ Prüfen Sie den Freiraum um den CCR-Kopf und die Ausrichtung mit den Befestigungslaschen.



_ Stellen Sie sicher, dass der Kopf gleichmäßig sitzt und keine O-Ringe hervorstehen. Es ist entscheidend, dass der Kopf korrekt positioniert und vollständig eingesetzt ist, bevor Sie ihn

eindrehen. Überprüfen Sie die Ausrichtung wie angegeben und setzen Sie den Kopf vollständig ein, bevor Sie ihn eindrehen.

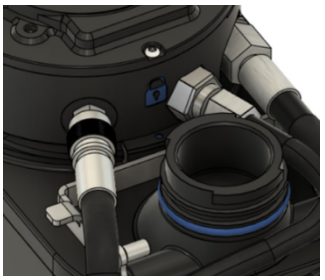
_ Prüfen Sie, ob der Kopf vollständig sitzt und die O-Ringe des Zylinders an keiner Stelle des Umfangs des CCR-Kopfes sichtbar sind.



_ Drehen Sie den Kopf um 90° im Uhrzeigersinn, bis sich das Verriegelungssymbol an der Markierung befindet. Schließen Sie den Schnellanschluss-LP-Schlauch an und vergewissern Sie sich, dass sich der Einatemanschluss zwischen den beiden Schläuchen befindet, um Platz für den Anschluss der Gegenlunge zu schaffen.







HINWEIS

Um eine reibungslose 90°-Drehung des eCCR-Kopfes zu gewährleisten, sollten die O-Ringe des CCR-Kopfes gut mit sauerstoffverträglichem Fett geschmiert werden.

⚠ WARNUNG

Eine falsche Ausrichtung in Verbindung mit übermäßiger Krafteinwirkung kann zu mechanischen Schäden am eCCR-Kopf oder am Scrubber führen.

5.3.1 Anschließen der Sauerstoffzufuhrschläuche

_ Führen Sie die Schläuche durch die rechte Öffnung der Außenhülle.
_ Überprüfen Sie den Anschluss des HP-Sauerstoffschlauchs an den CCR-Kopfeingang.
_ Überprüfen Sie den Anschluss des IP-Sauerstoffschlauchs an den Magnetventileingang.
_ Überprüfen Sie die Schnellkupplung des MAV.

⚠ WARNUNG

Sauerstoffbrand-/Explosionsgefahr

Der Umgang mit Sauerstoff birgt erhebliche Brand- und Explosionsgefahren. Die strikte Einhaltung der folgenden Regeln ist zwingend erforderlich:

_ Alle an den Sauerstoffregler angeschlossenen Komponenten müssen sauerstoffgereinigt und sauerstoffverträglich sein. Dies umfasst Schläuche, Schlauchverbindungen, Armaturen, Hochdruckschläuche und Mitteldruckschläuche.
_ Das Anschließen oder Trennen von Sauerstoffschläuchen darf nur von geschultem Personal durchgeführt werden, das für die Wartung sauerstoffreiner Systeme qualifiziert ist.
_ Schläuche dürfen niemals in einer verunreinigten oder nicht sauerstoffreinen Umgebung angeschlossen oder getrennt werden. Kohlenwasserstoffe, Fette, Staub oder Partikel können als Zündquellen wirken.
_ Verwenden Sie niemals eine Sauerstoffflasche, die wärmer als 30 °C/86 °F ist. Hohe Temperaturen erhöhen die Entzündungsgefahr.
_ Das System immer langsam unter Druck setzen. Hinweis: *Das langsame Öffnen eines Ventils ist nicht dasselbe wie das langsame unter Druck setzen. Um* eine adiabatische Erwärmung zu vermeiden, ist eine schrittweise Druckerhöhung sicherzustellen.
_ Vor der Demontage die Schläuche vollständig drucklos machen. Das Öffnen oder Entfernen von Armaturen unter Druck kann zu Bränden oder Explosionen führen.
_ Für Bauteile, die Sauerstoffleitungen führen, dürfen ausschließlich zugelassene Schmier- und Dichtungsmaterialien verwendet werden. Nicht zugelassene Materialien können sich unter Sauerstoffeinwirkung entzünden.

Die Nichteinhaltung dieser Anforderungen birgt ein hohes Risiko von Bränden, Explosionen, schweren Verletzungen oder Tod.

Der Hersteller übernimmt keine Verantwortung oder Haftung, wenn diese Regeln nicht strikt eingehalten werden.

5.4 Montage des ADV/BOV

Vor der Installation muss sichergestellt werden, dass das ADV/BOV einwandfrei funktioniert. Sorgfältige Prüfung und korrekte Ausrichtung bei der Montage sind für den sicheren und zuverlässigen Betrieb des Systems unerlässlich. Gehen Sie wie folgt vor, um das ADV/BOV am CCR-Kopf zu überprüfen, auszurichten und zu befestigen.





_ Überprüfen Sie das ADV/BOV auf Beschädigungen oder verschlissene O-Ringe.





_ Prüfen Sie, ob sich die OC/CC-Wählring frei drehen lässt und die ADV-Taste funktioniert.



_ Montieren Sie den Aufsatz so auf dem CCR-Kopf, dass die Einatemseite (blau O-Ring) nach vorne zeigt. Drehen Sie ihn um 90° im Uhrzeigersinn, bis er einrastet.





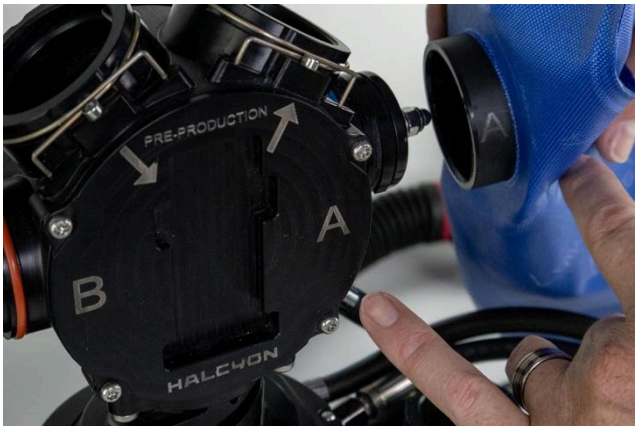
_ Schließen Sie den Diluentgas-Schlauch an den ADV/BOV-Einlass an und ziehen Sie ihn fest.



5.5 Montage der Gegenlungen

Die korrekte Installation der Gegenlungen ist sowohl für die Atemleistung als auch für die Gesamtfunktion des Systems unerlässlich. Stellen Sie vor jedem Tauchgang sicher, dass die Gegenlungen korrekt ausgerichtet, sicher befestigt sind und frei von Verdrehungen oder Beeinträchtigungen sind. Dieser Abschnitt beschreibt die schrittweise Vorgehensweise zur Montage der Gegenlungen, einschließlich der Überprüfung aller Verbindungen und Anschlüsse, um einen sicheren und komfortablen Betrieb des Symbios CM Rebreathers zu gewährleisten.

- Überprüfen Sie die Gegenlungen auf Beschädigungen oder Verunreinigungen.
- Prüfen Sie, ob die O-Ringe an den ADV/BOV- und Atemkalkbehälteranschlüssen in gutem Zustand sind.
- Die Markierungen A an den Einatem- und BOV/ADV-Anschlüssen müssen übereinstimmen.
- Vorsichtig einsetzen und im Uhrzeigersinn drehen, um zu verriegeln.
- Beachten Sie die Position der Verriegelungsanzeige an der Gegenlunge.





- Wiederholen Sie den Vorgang für die Ausatemgegenlunge und achten Sie dabei auf die Ausrichtung des Buchstabens B.





_ Anschließend wird der untere Aufsatz am Atemregler befestigt, wobei C auf der Einatem-Gegenlunge ausgerichtet wird.

_ Drehen Sie den CCR-Kopf gegebenenfalls, um eine Zentrierung des Gegenlungen-Anschlusses zu ermöglichen.

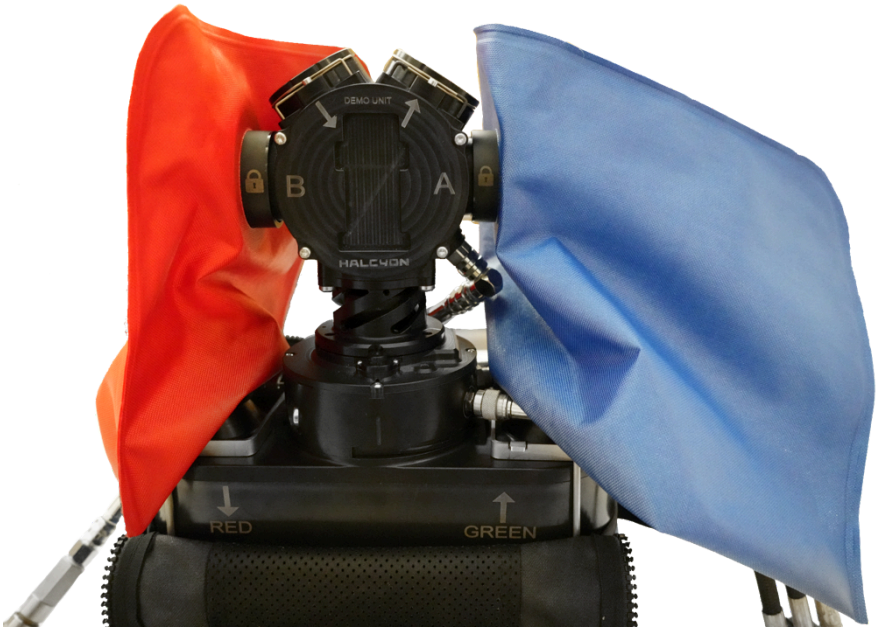




_ Schließen Sie den Vorgang ab und richten Sie D auf der Ausatemgegenlunge aus.







_ Heben Sie die Außenhülle an und richten Sie die Aussparung an der Wählring aus.

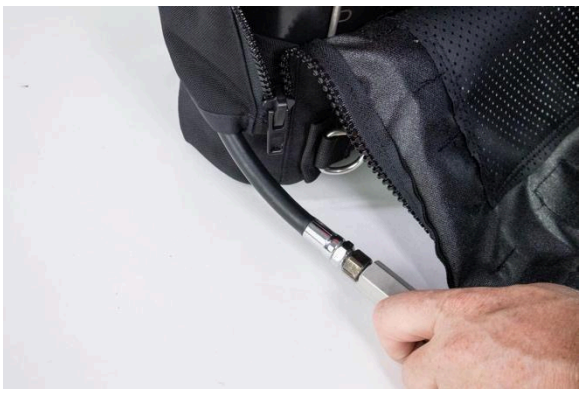




_ Führen Sie das OPV-Kabel durch den Schlitz.




_ Verlegen Sie den Diluentgasschlauch je nach Wunsch von unten oder von der Seite.

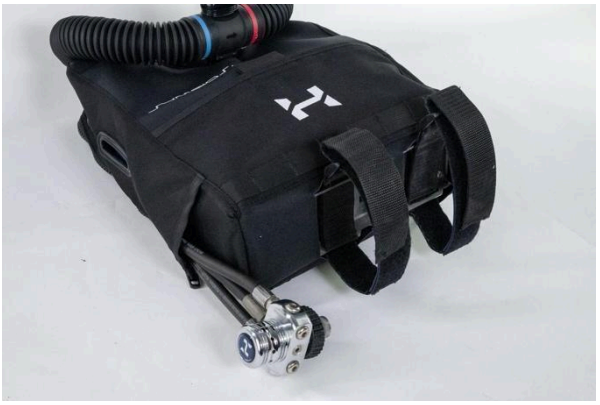


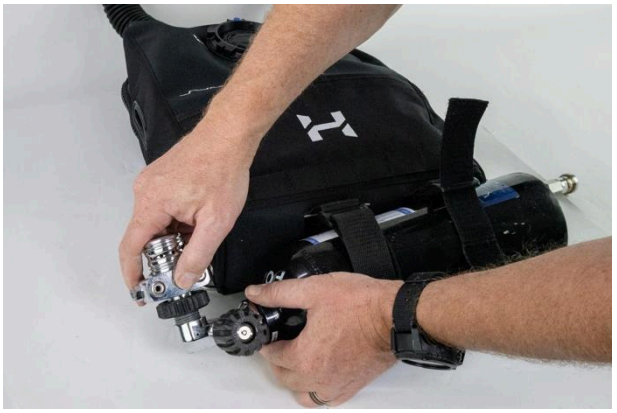

5.6 Einbau der Onbord-Sauerstoffflasche und des Reglers

Beim Anbringen der Sauerstoffflasche ist stets darauf zu achten, dass keine Verunreinigungen in das System gelangen. Dazu muss die Staubkappe aufgesetzt und die Schläuche nach Möglichkeit

angeschlossen bleiben. Die Montage kann zwar variieren, empfohlen wird jedoch, die erste Stufe zum Taucher hin auszurichten, um optimale Zugänglichkeit und Schlauchführung zu gewährleisten.

- Schieben Sie die Sauerstoffflasche durch die Haltebänder.
- Prüfen Sie den O-Ring des Reglers; montieren Sie ihn und ziehen Sie ihn handfest an.





- Durch Festziehen der Gurte sichern.





5.7 Installation des Atemkreislaufs

Die korrekte Installation des Kreislaufsystems ist entscheidend für die Sicherheit des Tauchers und die Funktionsfähigkeit des Systems. Ein unsachgemäß montiertes System kann zu Leckagen, erhöhtem Atemwiderstand oder sogar zum Eindringen von Wasser in den Atemkreislauf führen – all dies kann die Sauerstoffzufuhr oder die Funktion des Atemkalkfilters beeinträchtigen. Vor jedem Tauchgang sollte das System sorgfältig auf korrekte Schlauchführung, sichere Verbindungen und die richtige Ausrichtung von Mundstück, Einwegventilen und Gegenlungen überprüft werden. Befolgen Sie stets die entsprechenden Verfahren, um ein dichtes und funktionsfähiges Atemkreislaufsystem zu gewährleisten.

⚠ WARNUNG

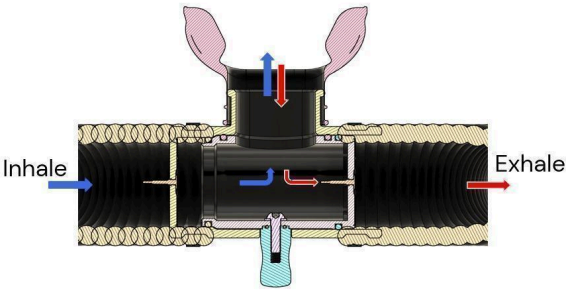
Schläuche, Armaturen und Rückschlagventile sorgfältig prüfen. Wird der Einwegfluss nicht ordnungsgemäß überprüft, kann dies zu CO_2-Vergiftung führen und kann tödlich sein.

- Prüfen Sie Schläuche, O-Ringe und DSV auf Beschädigungen.



- Rückschlagventile prüfen:
  - Ausatmungsseite blockieren → ausatmen → es sollte kein Luftstrom passieren.
  - Einatmungsseite blockieren → einatmen → es sollte kein Luftstrom durchfließen.





⚠ WARNUNG

Risiko der CO_2-Ansammlung und Kreislaufkontamination aufgrund eines beschädigten Rückschlagventils

Ein defektes oder beschädigtes Einwegventil im Kreislauftauchgerät kann zu einem Rückfluss von Gas im Atemkreislauf führen. Dies kann CO_2-Rückatmung, eine verminderte Effizienz des Atemgaswäschers oder Wassereintritt zur Folge haben, was wiederum Hyperkapnie, Bewusstlosigkeit oder Ertrinken zur Folge haben kann. Überprüfen und testen Sie die Einwegventile daher vor jedem

Tauchgang. Ersetzen Sie jedes Ventil, das Anzeichen von Beschädigung, Verschleiß oder unzureichender Abdichtung aufweist.

⚠ WARNUNG

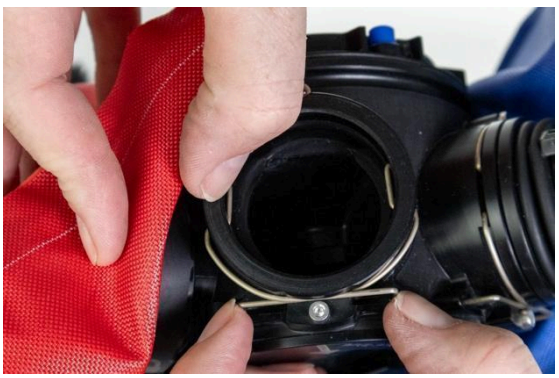
Risiko einer Hyperkapnie durch undichte DSV

Ein undichtes Oberflächenventil (DSV) kann Wasser in den Atemkreislauf eindringen lassen oder das Entweichen von Atemgas ermöglichen. Dies führt zu einer verminderten Filterleistung und einem Anstieg des CO_2-Gehalts. In der Folge kann es zu Hyperkapnie kommen, einem lebensbedrohlichen Zustand, der durch einen zu hohen Kohlendioxidgehalt im Körper gekennzeichnet ist. Überprüfen Sie das DSV vor jedem Tauchgang auf Beschädigungen, stellen Sie einen sicheren Verschluss sicher und vergewissern Sie sich, dass es ordnungsgemäß abdichtet. Tauchen Sie niemals mit einem bekannten oder vermuteten Leck am DSV.

_ Die Schläuche durch den äußeren Beutel führen und an das BOV anschließen.

- _ Rechts (blauer O-Ring) = Einatmen.
- _ Links (roter O-Ring) = Ausatmung.

_ Die Schlauchanschlüsse des Rebreathers lassen sich durch Zusammendrücken der Anschlusshalterungen leicht in das BOV/ADV einsetzen. Dabei rasten die inneren Laschen in die Schlauchkupplungen ein.





_ Den Schlauch in die Öffnung einführen, andrücken und einrasten lassen. Die Armatur vorsichtig bewegen und leicht daran ziehen, um sicherzustellen, dass sie richtig sitzt.




_ Prüfen Sie, ob die Ein- und Ausatemventile fest sitzen.




5.8 Überprüfung der Diluentgaszufuhr

_ Prüfen Sie, ob der Diluentgasschlauch an das BOV/ADV angeschlossen ist.
_ Achten Sie auf die korrekte Schlauchführung beim Austritt aus der Außenhülle.
_ Überprüfen Sie, dass der Mitteldruck 9,0–9,5 bar beträgt.
_ Stellen Sie sicher, dass die Flasche das richtige Diluentgasgemisch für den Tauchgang enthält.

5.9 Dichtheitsprüfungen des Atemkreislaufs





_ Stellen Sie den ADV/BOV auf CC+-Modus ein.

_ Führen Sie einen Negativtest durch: Atmen Sie ein, bis die Gegenlungen kollabieren, schließen Sie das DSV und halten Sie das System 3 Minuten lang geschlossen. Die Gegenlungen müssen kollabiert bleiben.

_ Führen Sie einen positiven Test durch: Atmen Sie aus, um die Gegenlungen zu füllen, schließen Sie das DSV und halten Sie das System 3 Minuten lang geschlossen. Die Gegenlungen müssen gefüllt bleiben.

_ Prüfen Sie die Stabilität gegebenenfalls über die Atemkreislaufdruckanzeige am Handset. Der Mbar-Wert wird im Tiefenfeld des zweiten Bildschirms angezeigt.

⚠ WARNUNG

Oberflächendruckkalibrierung vor Dichtheitsprüfungen des Atemkreislaufs erforderlich

Wird der Oberflächendruck an Ihrem aktuellen Standort nicht kalibriert, kann dies zu falschen positiven oder negativen mBar-Messwerten führen, selbst wenn das Gerät ordnungsgemäß funktioniert.

Dies tritt typischerweise auf, wenn:

_ Das Gerät wurde zuvor in einer anderen Höhe oder an einem anderen Ort kalibriert, und

_ Vor dem Test wurden keine neuen Messwerte des Oberflächendrucks aktualisiert.

_ Führen Sie stets eine Kalibrierung des Oberflächendrucks bei wechselnden Standorten und vor der Durchführung von Dichtheitsprüfungen des Atemkreislaufs durch. Dadurch wird sichergestellt, dass positive und negative mBar-Werte im Verhältnis zum lokalen Atmosphärendruck korrekt und aussagekräftig sind.

⚠ WARNUNG

Ein Kreislauftauchgerät darf niemals zum Tauchen verwendet werden, wenn es die Dichtheitsprüfung des Kreislaufs nicht besteht. Jede festgestellte Leckage oder Störung des Kreislaufdrucks gefährdet die Sicherheit. Wenn das Gerät die Prüfungen auf Über- und Unterdruck nicht besteht, darf kein Tauchgang unternommen werden. Beheben Sie das Problem, tauschen Sie defekte Komponenten aus oder lassen Sie das System vor der Verwendung von einem autorisierten Techniker warten.

_ Bei Bedarf kann die Außenhülle abgenommen werden, ohne die Atemkreislauf zu lösen, was eine umfassendere Überprüfung potenzieller Schwachstellen ermöglicht.

_ Gehen Sie beim Entfernen der Atemkreislauf vorsichtig vor, um Beschädigungen zu vermeiden.





_ Nach einem erfolgreichen Test den äußeren Beutel vollständig verschließen.

_ Führen Sie die Einatemlunge quer und überprüfen Sie die Ausrichtung der inneren Komponenten.



_ Schließen Sie den Reißverschluss und vergewissern Sie sich, dass alle Komponenten richtig platziert sind.









_ Prüfen Sie, ob der CCR-Knopf erreichbar ist und ob alle Schläuche ordnungsgemäß verlegt sind.

6 Tauchen mit dem Symbios CM Rebreather

6.1 Aktivieren des Geräts

Der Symbios CM Rebreather kann je nach seinem aktuellen Betriebszustand auf verschiedene Arten aktiviert werden.

- Automatische Aktivierung über Sauerstoffzufuhr:
Schließen Sie eine Sauerstoffflasche an den CCR-Kopf an und öffnen Sie das Ventil. Der Sauerstoffdruck aktiviert automatisch die Elektronik des CCR und bereitet so das Kopfgerät für den Betrieb und die Kommunikation mit angeschlossenen Geräten vor.
- Automatische Aktivierung über Montage des Atemkreislaufs:
Sobald das Gerät mit der ADV/BOV-Kombination am Kopf montiert ist, schaltet das Drehen des Drehrings in die Position „CC“ (Closed Circuit) die CCR-Elektronik automatisch ein. Das System ist dann betriebsbereit und kann mit dem Symbios-Handset oder dem HUD verbunden werden.
- Aktivierung des Tauchmodus: Das Gerät schaltet in den Tauchmodus, sobald es eine Tiefe von > 1 m erreicht. Dadurch wird auch die Tauchprotokollfunktion gestartet.

HINWEIS

Das Gerät wechselt in den Standby-Modus, wenn es an der Oberfläche eingeschaltet bleibt und länger als eine Stunde keine Benutzerinteraktion stattfindet. Jede weitere Benutzeraktion – wie beispielsweise das Drücken der CCR-Taste, das Verstellen der Wählring oder das Anschließen der Gaszufuhr – versetzt das System wieder in den normalen Betriebsmodus.

6.2 Ausschalten des Geräts

Um die Elektronik des Symbios CM Rebreathers sicher auszuschalten, müssen die folgenden Schritte in der angegebenen Reihenfolge ausgeführt werden:

- Drehen Sie die OC/CC-Wählring in die OC-Position (Open Circuit).
- Schließen Sie das Sauerstoffzufuhrventil, um den Gasfluss zum CCR-Kopf zu unterbrechen.
- Spülen Sie die Sauerstoffleitung mit Hilfe des manuellen Sauerstoffzugabeventils (O_2 MAV), um sicherzustellen, dass die Leitung vollständig drucklos ist.

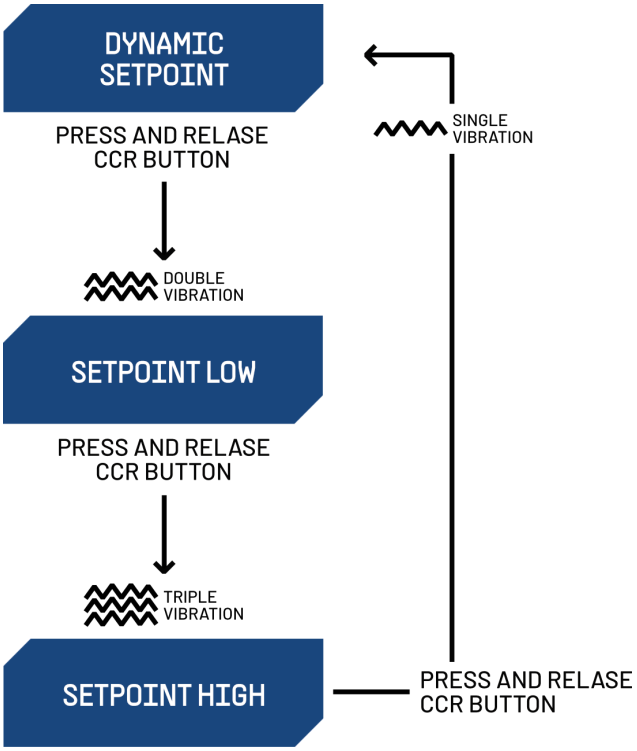
Sobald alle drei Schritte abgeschlossen sind, schaltet die CCR-Elektronik nach 60 Sekunden automatisch in den Schlafmodus. Diese verzögerte Abschaltung gewährleistet die sichere Deaktivierung aller Komponenten und verhindert eine unbeabsichtigte Reaktivierung aufgrund von Restdruck oder einer fehlerhaften Konfiguration des Atemkreislaufs.

HINWEIS

Vor Lagerung oder Transport ist stets zu prüfen, ob das System vollständig heruntergefahren ist. Restdruck oder eine falsche Stellung des Atemkreislaufs können das Herunterfahren verzögern oder verhindern und die Batterie entladen.

6.3 SetPointregelung

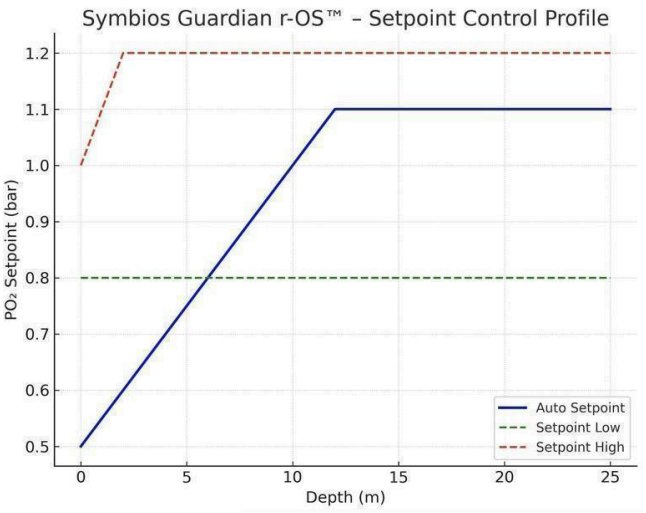
Der Symbios CM Rebreather bietet drei wählbare pO_2-SetPoints. Die SetPoints werden mit jedem Drücken der CCR-Taste nacheinander durchgeschaltet.



_ Automatischer (dynamischer) SetPoint – Hält den Sauerstoffanteil während des Abstiegs bei ca. 50 % und passt ihn an, bis der gewählte maximale pO_2-Wert (1,0–1,2 bar) erreicht ist. Beim Aufstieg schaltet das System wieder auf Sauerstofferhaltung um. Die korrekte Einstellung wird durch eine Vibrationssequenz bestätigt.

_ Niedriger SetPoint – Hält einen vom Benutzer gewählten pO_2-Wert zwischen 0,4 und 1,0 bar. Bestätigt durch zwei Vibrationssequenzen.

_ Hoher SetPoint – Hält einen vom Benutzer gewählten pO_2-Wert zwischen 1,0 und 1,4 bar. Bestätigt durch drei Vibrationssequenzen.



6.4 Funktionsprüfung vor dem Tauchgang

Gründliche Vorabprüfungen des Symbios Rebreathers sind für Sicherheit und Leistung unerlässlich. Diese Prüfungen gewährleisten die einwandfreie Funktion der Lebenserhaltungssysteme, Sensoren und Atemkreislaufkomponenten vor dem Tauchgang. Selbst scheinbar kleine Versäumnisse können die Sicherheit gefährden oder die Tauchzeit verkürzen. Befolgen Sie daher stets die detaillierte Checkliste vor dem Tauchgang – entweder direkt in der Symbios App oder in der Checkliste im Anhang –, um sicherzustellen, dass Ihr Gerät einsatzbereit ist.

⚠ WARNUNG

Prüfen Sie die Online-Dokumente und die Halcyon-App, um sicherzustellen, dass Sie Zugriff auf die aktuellste Checkliste haben. Eine vollständige Liste aller Checklisten finden Sie im Anhang.

6.5 Befestigung des Geräts am Taucher





_ Verwenden Sie ein separates Gurtzeug und ein Tarierjacket.

_ Das Gerät muss auf der Brust getragen werden, wobei die Gegenlungen auf Lungenhöhe angebracht werden.

_ Der Auftriebskompensator muss ausreichend Auftrieb erzeugen, um eine vollständige Überflutung der Einheit auszugleichen.

_ Stellen Sie sicher, dass das Kreislaufgerät in der richtigen Höhe steht und das Mundstück bequem im Mund sitzt. Passen Sie die Höhe des Kreislaufgeräts und die Schlauchposition so an, dass das Mundstück auch bei entspanntem Kiefer bequem sitzt.

_ Eine unsachgemäße Montage kann die Atmungseigenschaften beeinträchtigen und die Einhaltung der Norm EN 14143:2013 gefährden.

6.6 Schutz gegen Wassereintritt

Ein wirksamer Schutz vor Wassereintritt am Mundstück/Gesichtsschutz erfordert eine Kombination aus proaktiven und reaktiven Maßnahmen. Proaktive Maßnahmen minimieren das Risiko des Wassereintritts und reduzieren die Arbeitsbelastung der Taucher. Reaktive Maßnahmen kommen zum Einsatz, sobald Wasser eingedrungen ist. Diese stellen jedoch eine deutlich höhere Belastung für die Taucher dar und sind stark von einem schnellen Eingreifen des Teams abhängig.

Der Symbios CM Rebreather unterstützt folgende proaktive und reaktive Maßnahmen:

_ Ergonomische Mundstückhalterung

_ Konfiguration mit auftriebsneutraler Atemkreislauf

_ Einfache Schlauchverstellung und -führung für optimale Passform

_ Förderung konservativer pO_2-Werte

_ Team-Tauchprotokolle und

Trainingssicherheitsmaßnahmen

_ Proaktive pO_2-Warnsysteme

_ Optionale Verwendung eines Mundstückhaltebandes, wenn zusätzlicher Halt erforderlich ist

6.6.1 Einsetzen des Mundstücks

Ein sicherer und bequemer Sitz des Mundstücks ist unerlässlich, um das Eindringen von Wasser zu verhindern:

_ Achten Sie darauf, dass das Mundstück auch bei entspanntem Kiefer fest im Mund sitzt.

_ Vor jedem Tauchgang die Schlauchposition anpassen; die Kupplung am Schlauchfuß drehen, um den richtigen Winkel einzustellen.

_ Vergewissern Sie sich, dass das Kreislaufgerät hoch genug positioniert ist, damit die Schläuche nicht nach unten am Mundstück ziehen.

_ Bei unzureichendem Halt sollten Beißlaschen oder ein vorgeformtes Mundstück verwendet werden.

_ Wenn die Passform weiterhin fraglich ist, sollte die Verwendung eines Mundstückhaltebandes erwogen werden.

⚠ WARNUNG

Mundstückpassung

Vor und während jedes Tauchgangs muss sichergestellt werden, dass das Mundstück bequem und ergonomisch sitzt und fest zwischen Lippen und Zähnen anliegt. Die Schlauchposition ist zu überprüfen und eine neutrale oder leicht positive Auftriebsschlaufe zu gewährleisten, um die Schwerkraft auf das Mundstück zu reduzieren.

⚠ WARNUNG

Haltevorrichtungen

Verwenden Sie Beißblöcke oder geformte Laschen, wenn der Halt bei entspanntem Kiefer nicht ausreicht. Zusätzliche Haltevorrichtungen können verwendet werden, dürfen jedoch die schnelle Entfernung des Mundstücks bei Notfällen, Überflutungen oder dem Umgang mit ätzenden Substanzen nicht behindern.

⚠ WARNUNG

pO_2-Management

Halten Sie die pO_2-Werte konservativ ein und reagieren Sie umgehend auf sowohl niedrige als auch hohe pO_2-Werte. Schalten Sie auf Bailout-Systeme mit offenem Kreislauf um, wenn unsichere Bedingungen auftreten oder die Sicherheit des Atemgasgemisches unklar ist.

⚠ WARNUNG

Teamunterstützung

Tauchen Sie immer mit geschulten Teammitgliedern, die im Falle einer Handlungsunfähigkeit des Tauchers sofort bei der Neupositionierung des Mundstücks, dem Schutz der Atemwege und dem schnellen Ausstieg helfen können.

⚠ WARNUNG

Alarmsysteme

Die Funktionsfähigkeit aller Symbios-Warnsysteme, einschließlich der am Arm und an der Brust befestigten haptischen Warnsysteme, muss gewährleistet und überprüft werden. Diese redundanten Systeme warnen frühzeitig vor zu niedrigem oder zu hohem Sauerstoffpartialdruck (pO_2), lange bevor es zu einer Handlungsunfähigkeit kommt.

6.7 Logik und Sensorregeln für die Sauerstoffzugabe

Die Sauerstoffzufuhr im Symbios CM Rebreather wird durch den Durchschnitt aller *aktiven* pO_2-Sensoren geregelt. Wenn der durchschnittliche pO_2-Wert unter den aktuellen SetPoint (SP) fällt, leitet das System die O_2-Einspritzung für ein Zeitintervall ein, das durch die Abweichung zwischen dem durchschnittlichen pO_2-Wert und dem SetPoint bestimmt wird.

Anstatt sich auf ein einfaches Mehrheitsentscheidungsverfahren zu stützen, verwendet Symbios Guardian r-OS™ ein mehrschichtiges Logikframework, um Sicherheit und Robustheit zu verbessern, wie folgt:

Sensoraktivierungskriterien

_ Ausschlussschwelle:
Sensoren, die einen pO_2-Wert unter 0,02 bar melden, werden automatisch von weiteren Berechnungen ausgeschlossen. Solche Messwerte gelten als ungültig, und der Sensor wird als defekt betrachtet.

_ Kein aktiver Sensor / Keine Kalibrierungsdaten:
Wenn keine Sensoren aktiv sind *oder* sind keine gültigen Kalibrierungsdaten verfügbar, erfolgt keine Sauerstoffeinspritzung. Dadurch wird eine Einspritzung auf Basis unbestätigter oder potenziell gefährlicher Sensordaten verhindert.

Sauerstoffinjektionsbedingungen

_ Niedrige pO_2-Reaktion:
Wenn zwei oder mehr aktive Sensoren einen pO_2-Wert von <0,30 bar melden, wird das System für ein festes Intervall von 600 ms Sauerstoff zuführen.

⚠ WARNUNG

Diese Reaktion ist eine Schutzmaßnahme, um auch bei abweichenden Messwerten der Sensoren schnell auf gefährlich niedrige Sauerstoffpartialdrücke (pO_2) reagieren zu können. Werden Probleme nicht überwacht und behoben, kann dies zu schweren Verletzungen oder zum Tod führen.

_ Hoher pO_2-Grenzwert:
Eine O_2-Einspritzung ist nicht zulässig, wenn ein aktiver Sensor einen pO_2-Wert über dem höheren der folgenden Werte meldet:

1,40 bar oder
(Aktueller SetPoint +0,10 bar)

⚠ WARNUNG

Dieser obere Grenzwert verhindert eine Übersauerstoffversorgung bei Sensordrift oder Schwankungen des Umgebungsdrucks. Werden Probleme nicht überwacht und behoben, kann dies zu schweren Verletzungen oder zum Tod führen.

HINWEIS

Bei einer Abstiegsgeschwindigkeit von mehr als 10 m/min unterbricht ein Schutzsystem die Sauerstoffzufuhr, um pO_2-Spitzen zu vermeiden.

6.7.1 Niedriger pO_2-SetPoint

_ Niedriger SetPoint – Hält einen vom Benutzer gewählten pO_2-Wert zwischen 0,6 und 1,0 bar. Bestätigt durch zwei Vibrationssequenzen.

6.7.2 Hoher pO_2-SetPoint

_ Hoher SetPoint – Hält einen vom Benutzer gewählten pO_2-Wert zwischen 1,1 und 1,4 bar aufrecht. Bestätigt durch drei Vibrationssequenzen.

6.7.3 Dynamischer (automatischer) pO_2-SetPoint

Dynamischer SetPoint – Hält den Sauerstoffanteil während des Abstiegs bei ca. 50 % und passt ihn an, bis der gewählte maximale pO_2-Wert (0,8–1,2 bar) erreicht ist. Beim Aufstieg schaltet das System wieder auf Sauerstofferhaltung um. Die korrekte Einstellung wird durch eine Vibrationssequenz bestätigt.

6.8 Bewährte Tauchverfahren

6.8.1 Minimales Atemkreislaufvolumen

Achten Sie stets auf ein ausreichendes Volumen im Kreislauf, um übermäßigen Atemwiderstand oder das Risiko des „Leerlaufens des Schlauchs" zu vermeiden. Der Schlauch sollte weder überfüllt (was die Tarierungskontrolle erschwert) noch unterfüllt (was die Wahrscheinlichkeit einer Hypoventilation und CO_2-Retention erhöht) sein.

6.8.2 Dekompression mit O_2

Achten Sie während der Dekompression auf die korrekte Verwendung der geplanten Sauerstoff-SetPoints oder des offenen Sauerstoffkreislaufs. Überwachen Sie sorgfältig den Sauerstoffpartialdruck (pO_2), um sowohl Hypoxie als auch Sauerstoffvergiftung zu vermeiden, und halten Sie sich strikt an die vom Tauchcomputer oder im Tauchplan vorgegebenen Dekompressionszeiten.

6.8.3 Umstellung auf CC+

Der CC+-Modus erhöht den Öffnungsdruck und damit den Atemwiderstand. Trotzdem bietet er zwei wichtige Vorteile:

_ Einfacheres Erreichen des minimalen Atemkreislaufvolumens – CC+ vereinfacht das Erreichen und Aufrechterhalten des korrekten Atemkreislaufvolumens, reduziert Komplikationen durch Auftriebsschwankungen und ermöglicht eine feinere Kontrolle des Sauerstoffgehalts.

_ Reduziertes Risiko der Zufuhr hypoxischer Gase – Durch die Begrenzung der versehentlichen Zufuhr hypoxischer Gase trägt CC+ dazu bei, einen sicheren Sauerstoffgehalt aufrechtzuerhalten und so eine effiziente Dekompression zu unterstützen.

6.8.4 Tauchen im Team

Tauchen mit einem erfahrenen CCR-Tauchpartner bietet zusätzliche Sicherheit. Vor dem Tauchgang sollten Kommunikationssignale, Notfallmaßnahmen und Tiefen-/Zeitgrenzen vereinbart werden. Die Tauchpartner sollten sich in unmittelbarer Nähe aufhalten, um im Falle von Hypoxie, Hyperoxie oder einer Überflutung des Kreislaufsystems sofort Hilfe leisten zu können.

6.8.5 Moderate pO_2-Werte

Halten Sie moderate pO_2-SetPoints gemäß Ihren Trainings- und Tauchplänen ein. Extrem niedrige SetPoints erhöhen das Risiko von Hypoxie und Inertgasaufnahme, während hohe SetPoints das Risiko einer Sauerstoffvergiftung erhöhen. Eine ausgewogene Strategie, einschließlich der Nutzung des dynamischen SetPoints von Halcyon, trägt sowohl zur Sicherheit als auch zur Dekompressionseffizienz bei.

6.8.6 Atemtechnik und Trimm

Die optimale Taucherposition für minimalen Atemaufwand liegt bei einem Trimmwinkel von 0–20°, wobei der Kopf auf gleicher Höhe mit den Beinen oder etwas darüber liegt. Die Atmung sollte stets tief und gleichmäßig sein. Korrekte Atmung und Trimmung verringern das Risiko einer CO_2-Retention und gewährleisten einen effizienten Kreislaufbetrieb.

⚠ WARNUNG

Schulungsanforderung

- Der Symbios CM Rebreather darf niemals ohne eine spezielle Schulung durch einen autorisierten Schulungsverband verwendet werden.
- Dieses Handbuch dient lediglich als Nachschlagewerk. Es ergänzt, ersetzt aber nicht die Schulungsunterlagen einer Zertifizierungsstelle oder die direkte Unterweisung durch einen qualifizierten, vom Hersteller zugelassenen Ausbilder.
- Es behandelt nicht alle kritischen Aspekte des Rebreather-Tauchens.

6.9 Allgemeine Hinweise zum Tauchen

Für den sicheren Betrieb des Symbios CM Rebreathers muss der Taucher folgende Punkte stets im Blick behalten:

- pO_2-Messwerte
- Ausgewählter SetPoint
- Batterieladestand
- Tiefe und Zeit
- Status der Schrubber-Zeitschaltuhr
- Zylinderdrücke

Diese Informationen sind jederzeit über das Symbios-Handset und das HUD verfügbar. Jeder angezeigte Alarm muss umgehend untersucht und entsprechende Korrekturmaßnahmen ergriffen werden.

6.9.1 Änderung der Körperposition

- Die Atmung kann je nach Körperhaltung erschwert oder erleichtert werden. Taucher sollten sich dieser Veränderungen bewusst sein und jede Position vermeiden, in der das Atmen unangenehm ist.

6.9.2 Steuerung des Atemkreislaufvolumens

Das optimale Atemkreislaufvolumen sollte während des gesamten Tauchgangs aufrechterhalten werden.

- Das optimale Atemkreislaufvolumen ist definiert als das Volumen, das erforderlich ist, damit der Taucher eine vollständige Inhalation durchführen kann, ohne dass das ADV ausgelöst wird.

– Eine Überfüllung des Kreislaufs erhöht die Auftriebsinstabilität; eine Unterfüllung erhöht die Atemarbeit.

6.10 Notfallmaßnahmen

Dieser Abschnitt beschreibt die wichtigsten Maßnahmen, die bei einer Systemstörung oder einem Ausfall der Lebenserhaltungssysteme während der Verwendung des Symbios CE Rebreathers zu ergreifen sind. Die Kenntnis und regelmäßige Übung dieser Verfahren ist unerlässlich, um in jeder Notfallsituation ruhig und effektiv reagieren zu können.

6.10.1 Bailout-Bereitschaft

Ein Kreislauftauchgerät kann ohne Vorwarnung ausfallen. Taucher müssen daher stets ein Bailout-System mitführen, das ausreichend Atemgas für einen sicheren Aufstieg unter vorhersehbaren Notfallbedingungen bereitstellt. Dieses System kann Teil der Atemgasversorgung des Kreislauftauchgeräts sein, sofern es isoliert werden kann und ausreichende Reserven vorhanden sind.

⚠ WARNUNG

Primäres Bailout-Verfahren: Im Falle einer Fehlfunktion muss der Taucher unverzüglich auf ein unabhängiges Bailout-System mit offenem Kreislauf umschalten. Ein unabhängiger Atemregler der zweiten Stufe, die im Halsbereich befestigt ist, wird dringend empfohlen, um einen schnellen und zuverlässigen Zugriff zu gewährleisten.

Sekundäre Notfalloption: Ist ein sofortiger Zugriff auf das unabhängige System nicht möglich, kann der Taucher das Bailout-Ventil (BOV) im offenen Kreislaufmodus (BO) verwenden. Diese Option ist besonders relevant, wenn erhöhte CO_2-Werte (Hyperkapnie) die Atmung beeinträchtigen und ein dringender Gasaustausch erforderlich ist.

6.10.2 Hypoxie (niedriger pO_2-Wert)

Symptome: Verwirrtheit, Schwindel, Tunnelblick, Bewusstlosigkeit (kann ohne Vorwarnung auftreten).

Aktionen:

– Überprüfen Sie unverzüglich die pO_2-Werte am Handset und HUD.
– Führen Sie über das MAV manuell Sauerstoff zu.
– Steigt der pO_2 nicht sofort an, schalten Sie über das BOV in den OC-Modus und wechseln Sie auf das Bailout-System mit offenem Kreislauf.
– Brechen Sie den Tauchgang ab.

6.10.3 Hyperoxie (hoher pO_2-Wert)

Symptome: Sehstörungen, Übelkeit, Muskelzuckungen, Krämpfe (können plötzlich auftreten).

Aktionen:

– Überprüfen Sie unverzüglich die pO_2-Werte am Handset und HUD.
– Schalten Sie über das BOV in den OC-Modus.
– Spülen Sie den Atemkreislauf mit Diluentgas, um den pO_2 zu senken.
– Bleibt der pO_2 erhöht oder halten die Symptome an, bleiben Sie im OC-Modus und brechen Sie den Tauchgang ab.

6.10.3 Hyperkapnie (CO_2-Durchbruch)

Symptome: Kopfschmerzen, Kurzatmigkeit, Angstzustände, beschleunigte Atmung, Verwirrtheit, Panikattacken.

Aktionen:

- Schalten Sie mithilfe des BOV sofort in den OC-Modus.
- Ausstieg auf ein unabhängiges Bailout-System mit offenem Kreislauf.
- Den Tauchgang abbrechen und sicher aufsteigen.

⚠ VORSICHT

Betriebsdauer des Atemkalkbehälters
Die maximal geprüfte Betriebsdauer des Atemkalkbehälters ist stets einzuhalten. Eine Überschreitung dieses Grenzwerts erhöht das Risiko eines CO_2-Durchbruchs erheblich.

6.10.4 Gefluteter Atemkreislauf und Gefahren durch einen „Caustic Cocktail“

Das CO_2-Absorptionsmittel ist eine alkalische Verbindung, die mit Wasser zu einer stark ätzenden Suspension reagiert. Gelangt genügend Wasser in das Atemkalkbett und vermischt sich mit dem Absorptionsmittel, kann ein „ätzender Cocktail“ entstehen.

Identifikation

- Extrem unangenehmer Geschmack, beschrieben als *seifig, bitter oder brennend.*
- Sofortiger Würge- oder Hustenreflex.
- Mögliches Brennen im Mund, an den Lippen oder im Rachen.

Risiken

- Chemische Verätzungen des Mund- und der Atemwege.
- Schwellung oder Reizung der Atemwege, wodurch die Atmung beeinträchtigt werden kann.
- Das Einatmen von alkalischen Aerosolen kann schwere Atemwegsschäden verursachen.

⚠ WARNUNG

Nicht weiteratmen
Wenn Sie im Kreislauf einen ätzenden Geschmack feststellen:

1. Sofort auf ein offenes Atemsystem umsteigen.
2. Die vorhandene Flüssigkeit darf nicht verschluckt werden.
3. Den Mund mit sauberem Wasser ausspülen und gründlich ausspucken.
4. Den Tauchgang abbrechen und gemäß den geltenden Vorschriften sicher aufsteigen.
5. Nach dem Auftauchen sollte eine ärztliche Untersuchung auf mögliche Verätzungen erfolgen.

6.10.5 Elektronik- oder Displayausfall

Symptome: Ausfall der Handset-/HUD-Anzeige, eingefrorene Werte oder Kommunikationsfehler.

Aktionen:

_ Überprüfen Sie die Alarme am Handset, im Head-up-Display und bei der Vibrationsüberwachung.
_ Wenn die Redundanz verloren geht und pO_2 nicht zuverlässig überwacht werden kann, wird in den OC-Modus gewechselt.
_ Den Tauchgang abbrechen.

6.10.6 Totalausfall des Systems

Aktionen:

_ Schalten Sie sofort mit dem BOV in den OC-Modus.
_ Aufstieg mit dem unabhängigen Bailout System.
_ Den Tauchgang abbrechen und unter Beachtung der Notfallgasplanung und der Dekompressionsvorschriften einen kontrollierten Aufstieg durchführen.

7 Pflege nach dem Tauchgang

Die Informationen in diesem Abschnitt unterstützen die korrekten Vorgehensweisen bei der Wartung des Kreislaufatemgeräts. Die richtige Pflege nach dem Tauchgang gewährleistet, dass der Symbios CM Rebreather sicher, zuverlässig und der Norm EN 14143:2013 entsprechend bleibt. Die folgenden Schritte müssen nach jedem Tauchgang durchgeführt werden.

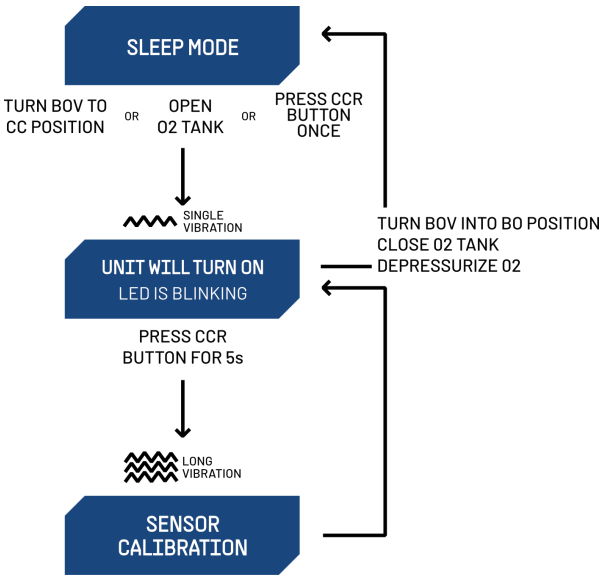
⚠ WARNUNG

Sauerstoffbrandgefahr

_ Sauerstoffsysteme nur außerhalb des Wassers schließen und entlüften.
_ Sauerstoffschläuche dürfen niemals unter Druck getrennt werden.
_ Die HP- und LP-Sauerstoffzufuhrschläuche sollten zur Vermeidung von Verunreinigungen mit dem Kopf verbunden bleiben.

7.1 Ausschalten

_ Nehmen Sie den Symbios CM Rebreather aus dem Wasser.
_ Schließen Sie das Ventil der Bord-Sauerstoffflasche und spülen Sie die Sauerstoffleitungen durch.
_ Schalten Sie das Gerät in den BO/OC-Modus.



7.2 Äußeres Abspülen

_ Stellen Sie die Auswahl auf CC+, trennen Sie das Diluentgas und tauchen Sie den gesamten Rebreather in Süßwasser ein.
_ Spülen Sie die Außenhülle und die äußeren Oberflächen bei Bedarf mit frischem Wasser ab.

_ Öffnen Sie den Reißverschluss der Tasche und lassen Sie die Tasche herunter.
_ Spülen Sie die Innenteile bei Bedarf sorgfältig mit frischem Wasser ab.

Wenn das Gerät am selben Tag erneut verwendet wird:

_ Setzen Sie die Außenhülle wieder zusammen, schließen Sie den Reißverschluss und wiederholen Sie die Funktionsprüfung vor dem Tauchgang.
_ Nach Abschluss der Tauchgänge fahren Sie mit der Desinfektion und Demontage fort.

7.3 Desinfektion

Bereiten Sie eine Lösung von Virkon™ S oder einem gleichwertigen, vielseitigen Breitbanddesinfektionsmittel vor. Mischen Sie die Lösung und tauchen Sie die Teile gemäß den Herstellerangaben ein.

_ Den Beatmungsschlauch entfernen, gründlich desinfizieren, mit frischem Wasser abspülen und zum Trocknen an einem kühlen, trockenen Ort aufbewahren.
_ Die Gegenlungen herausnehmen, gründlich desinfizieren und abspülen und vollständig trocknen lassen.
_ Die ADV/BOV-Einheit ausbauen, gründlich desinfizieren und abspülen und trocknen lassen.

7.4 Atemregler und CCR-Kopf

_ Den Sauerstoffregler entfernen und eine Schutzkappe anbringen.
_ Den Schnellanschluss des Sauerstoff-MAV trennen.
_ Drehen Sie den CCR-Kopf gegen den Uhrzeigersinn, um ihn vom Behälter zu lösen.
_ Wischen Sie den CCR-Kopf mit einem sauberen, fusselfreien Tuch trocken.
_ Lassen Sie den Kopf an der Luft trocknen und montieren Sie anschließend die Kalibrierkappe zum Schutz.
_ Entfernen Sie die Bord-Sauerstoffflasche.

7.5 Atemkalkbehälter und Außenhülle

_ Nehmen Sie den CO_2-Atemkalkbehälter aus der Außenhülle. Legen Sie die Hülle zum Trocknen an einen kühlen, trockenen Ort.
_ Öffnen Sie die Sicherungsriegel und entnehmen Sie den Behälter aus dem Behältergehäuse.
_ Spülen Sie das Gehäuse des Atemkalkbehälters gründlich mit frischem Wasser aus und lassen Sie es an einem kühlen, gut belüfteten Ort trocknen.

7.6 Entfernen des Absorptionsmittels

_ Entfernen Sie die Flügelmuttern, mit denen das Sieb befestigt ist, und nehmen Sie dann den Schaumstofffilter heraus.
_ Das gebrauchte CO_2-Absorptionsmittel ist gemäß den örtlichen Gesetzen und Umweltvorschriften zu entsorgen.
_ Wischen Sie den Atemkalkbehälter trocken und achten Sie darauf, dass alle Absorptionsmittelreste entfernt werden.

7.7 Trocknung und Lagerung

_ Alle gespülten und desinfizierten Komponenten (Atemschlauch, Gegenlungen, ADV/BOV, Atemkalkbehälter, Beutel) sollten zum vollständigen Trocknen an einem kühlen,

trockenen und schattigen Ort aufbewahrt werden.

_ Lagern Sie das CCR in einer trockenen Umgebung fern von Kohlenwasserstoffen, direkter Sonneneinstrahlung und übermäßiger Hitze.

_ Bei Lagerung über eine Woche: Absorptionsmittel entfernen.

_ Bei einer Lagerung von mehr als einem Monat müssen die Systeme vollständig geladen, drucklos und in einem trockenen, gut belüfteten Bereich aufbewahrt werden.

8 Lagerung des Symbios CM Rebreathers

Die sachgemäße Lagerung des Symbios CM Rebreathers ist unerlässlich, um die Sicherheit zu gewährleisten, Verunreinigungen zu vermeiden und die langfristige Zuverlässigkeit aufrechtzuerhalten.

8.1 Lagerumgebung

_ Lagern Sie das Gerät an einem trockenen, gut belüfteten Ort, geschützt vor direkter Sonneneinstrahlung und UV-Strahlung.

_ Meiden Sie Bereiche mit Kohlenwasserstoffbelastung, übermäßiger Luftfeuchtigkeit oder extremen Temperaturen.

8.2 Vorbereitung vor der Lagerung

_ Alle Komponenten des Atemkreislaufs sind gemäß Kapitel 7 – Nachsorge nach dem Tauchgang gründlich zu reinigen und zu desinfizieren.

_ Stellen Sie sicher, dass das gesamte Gerät vor der Einlagerung vollständig trocken ist.

_ Der Atemkalkbehälter muss geleert, gereinigt und getrocknet werden.

_ Setzen Sie den leeren Behälter wieder in das Behältergehäuse ein, um die korrekte Montage zu gewährleisten und die inneren Dichtungen zu schützen.

8.3 Konfiguration für die Lagerung

_ Der Symbios CM Rebreather muss vollständig zusammengebaut aufbewahrt werden, um zu verhindern, dass Staub, Organismen oder Fremdkörper in den Atemkreislauf gelangen.

_ Installieren Sie das DSV in geschlossener Position, um den Kreislauf abzudichten.

_ Stellen Sie sicher, dass die Zylinderventile geschlossen und die Schläuche drucklos sind.

8.4 Batteriewartung

_ Laden Sie den Akku des CCR-Kopfes regelmäßig auf, während das Gerät eingelagert ist.

8.5 Wartungsintervalle und regelmäßige Inspektionen

Der Symbios CM Rebreather muss gemäß folgendem Zeitplan gewartet und instand gehalten werden:

Teil	Wartung erforderlich	Intervall
O-Ringe	Prüfen Sie alle externen O-Ringe, die ohne Demontage zugänglich sind.	Alle 6 Monate
	Alle O-Ringe ersetzen	Jährlich
Atemkreislauf	DSV-O-Ringe und DSV-Rückschlagventile austauschen	Jährlich
Galvanische O_2-Sensoren	Ersetzen	1 Jahr ab Herstellungsdatum
Sauerstoffregler	Sauerstoffreinigung	Jährlich
	Überholung	Jährlich
	Einstellung des Überdruckventils	Jährlich
	Mitteldruckeinstellung	Jährlich
ADV/BOV	Membraninspektion	Jährlich
	Anpassung der Ansprechpunktes	Jährlich
	Überholung	Alle 2 Jahre
Schaumstofffilter	Ersetzen	Je nach Abnutzung, spätestens 50 Tauchgänge

Diluentgasregler	Mitteldruckeinstellung	Jährlich
	Überholung	Gemäß den Anweisungen des Herstellers
Sauerstoff- und Diluentgasschläuche	Überprüfen	Jährlich
	Ersetzen	Alle 2 Jahre
Symbios CM Rebreather	Vollständige Herstellerprüfung und -wartung	Alle 3 Jahre

8.6 Autorisierte Wartung und Benutzerwartung

Der Benutzer kann folgende Teile austauschen:

- Sauerstoffsensoren
- O-Ringe in der Atemkreislauf
- Atemschläuche
- ADV/BOV-Membran
- DSV-Rückschlagventile
- Flügelmuttern für Atemkalkbehälter
- Sauerstoffmagnetventil
- Sensor-Leiterplatte
- Sauerstoffreglerschläuche
- Gegenlungen

⚠ VORSICHT

Eingeschränkter Service

Regelmäßige Wartungsarbeiten, Inspektionen und Reparaturen an Elektronik, Magnetventilen, Reglern der ersten Stufe, BOV, ADV und allen anderen oben nicht genannten Komponenten dürfen nur von Halcyon Manufacturing oder einem autorisierten Servicecenter durchgeführt werden.

8.7 Anpassung der Wartungsintervalle an die Nutzung

- Die in diesem Handbuch angegebenen Wartungsintervalle basieren auf normalem Gebrauch.
- Wird der Symbios CM Rebreather für intensive Tauch- oder Trainingszwecke verwendet, muss die Wartung häufiger durchgeführt werden.
- Defekte oder unzuverlässige Teile müssen unabhängig vom Wartungsintervall vor dem nächsten Tauchgang sofort ausgetauscht werden.

9 Hinweise

9.1 Kennzeichnung



Der Symbios CM Rebreather-Kopf ist dauerhaft per Laser mit folgenden Informationen markiert:

- Eindeutige Seriennummer zur Produktidentifizierung
- Herstellerdetails
- Bezugnahme auf anwendbare Normen und normative Dokumente
- Pflichtangaben gemäß CE- und EN 14143-Verordnung

9.2 Marken

Halcyon® und das H-Logo® sind eingetragene Marken der Halcyon Manufacturing, Inc. Der

Halcyon Cinch ist durch die US-Patente Nr. 8.398.337 und 10.407.142 sowie ein entsprechendes europäisches Patent geschützt. Zu den Marken von Halcyon nach Common Law gehören unter anderem Symbios™, Multifunction Compensator™, Cinch™, H-Lok™, X-Connector™, Eclipse™, Explorer™ und Evolve™ Wings, BC Storage Pak™, Active Control Ballast™, Diver's Life Raft™, Surf Shuttle™, No-Lock Connector™, Helios™, Proteus™ und Apollo™ Beleuchtungssysteme, Scout Light™, Pathfinder™ Rollen, Defender™ Spulen und das RB80™ Rebreather.

9.3 Urheberrecht

Dieses Handbuch ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Es darf weder ganz noch teilweise ohne vorherige schriftliche Genehmigung von Halcyon Manufacturing, Inc. kopiert, fotokopiert, vervielfältigt, übersetzt oder in irgendeiner Form elektronisch oder maschinenlesbar gespeichert werden.
©2025 Halcyon Manufacturing, Inc.

9.4 Haftungsausschluss

Halcyon Manufacturing, Inc. behält sich das Recht vor, jederzeit und ohne vorherige Ankündigung Änderungen oder Verbesserungen an seinen Produkten, Handbüchern und Spezifikationen vorzunehmen.
Obwohl alle Anstrengungen unternommen wurden, um die Richtigkeit der Angaben zu gewährleisten, übernimmt Halcyon Dive Systems keine Haftung für Fehler oder Auslassungen in diesem Dokument.
Es obliegt dem Benutzer, sich mit der jeweils aktuellen Version dieses Handbuchs vertraut zu machen und alle geltenden Sicherheits- und Wartungsanweisungen zu befolgen.

9.4.1 Übersetzungshinweis

Dieses Handbuch ist möglicherweise in mehreren Sprachen verfügbar, um regionalen Anforderungen gerecht zu werden. Im Falle von Abweichungen zwischen den Übersetzungen ist die englische Fassung maßgebend.

10 Garantie

Halcyon Manufacturing, Inc. („Halcyon") gewährleistet, dass das Symbios CCR und seine Komponenten bei normalem Gebrauch und ordnungsgemäßer Wartung für einen Zeitraum von zwei (2) Jahren ab dem ursprünglichen Kaufdatum frei von Material- und Verarbeitungsfehlern sind, sofern nichts anderes angegeben ist.
Verbrauchsmaterialien, Verschleißteile und Komponenten, die einem routinemäßigen Austausch unterliegen (z. B. O-Ringe, Sensoren, Schläuche, Batterien, Mundstücke), sind von dieser Gewährleistung ausgeschlossen.

Diese Garantie gilt nur, wenn:

- Das Produkt wurde gemäß dem Symbios CCR Benutzerhandbuch ordnungsgemäß verwendet, gewartet und instand gehalten.
- Reparaturen oder Modifikationen wurden nicht von unbefugten Personen oder nicht autorisierten Servicezentren durchgeführt.
- Das Gerät wurde weder missbraucht noch vernachlässigt, Unfällen, Feuer oder Beschädigungen außerhalb normaler Taucheinsätze ausgesetzt.

Die Verpflichtung von Halcyon im Rahmen dieser Garantie beschränkt sich nach eigenem Ermessen auf die Reparatur oder den Austausch defekter Teile, die innerhalb der Garantiezeit zurückgesendet werden. Versand-, Versicherungs- und sonstige Nebenkosten trägt der Kunde.

Diese Garantie erstreckt sich nicht auf zufällige oder Folgeschäden, einschließlich (aber nicht beschränkt auf) Nutzungsausfall, Unannehmlichkeiten, Zeitverlust oder wirtschaftliche Verluste.

10.1 Haftungsbeschränkungen, Garantieausschluss und Risikoübernahme

Das Symbios CCR ist ein Lebenserhaltungssystem, das ausschließlich für ausgebildete und qualifizierte Taucher bestimmt ist. Mit dem Kauf und der Verwendung dieses Geräts akzeptiert der Benutzer die folgenden Haftungsbeschränkungen:

10.1.1 Risikoübernahme

Der Käufer bestätigt, dass das Gerätetauchen und die Verwendung von Kreislauftauchgeräten mit Risiken verbunden sind, insbesondere Ertrinken, Hypoxie, Hyperoxie, Hyperkapnie, Dekompressionskrankheit, Barotrauma, Gerätefehlfunktionen und andere Gefahren, die mit Tieftauchen oder technischem Tauchen einhergehen. Der Käufer bestätigt weiterhin, dass die sichere Verwendung eines Halcyon-Kreislauftauchgeräts eine formale Ausbildung, regelmäßige Weiterbildung, die Einhaltung aller Herstelleranweisungen sowie die sorgfältige Überprüfung und Wartung der Ausrüstung erfordert. Der Käufer übernimmt freiwillig alle diese Risiken.

10.1.2 Zusätzliche Verantwortung des Nutzers

Für einen sicheren Betrieb ist die strikte Einhaltung des Symbios CCR Benutzerhandbuchs, der EN 14143-Normen und anerkannter Tauchpraktiken erforderlich.

Der Benutzer ist allein verantwortlich für die Ausbildung, die Tauchgangsplanung, die Überwachung der Sauerstoffexposition, die Gasmischungen und die ordnungsgemäßen Vortauchgangsprüfungen.

10.1.3 Ausgeschlossene Risiken

Halcyon und seine Vertriebspartner haften nicht für Verletzungen, Tod oder Schäden, die durch Folgendes entstehen:

Tauchen außerhalb der im Rahmen der Zertifizierung festgelegten Ausbildungs-, Tiefen- oder Expositionsgrenzen.

Unsachgemäße Wartung, Instandsetzung oder Verwendung nicht zugelassener Teile.

Vernachlässigung, Missbrauch, Manipulation oder unbefugte Änderungen.

Umweltgefahren wie Verheddern, Einklemmen oder unkontrollierter Aufstieg/Abstieg.

Sauerstoffbrände, die durch unsachgemäße Handhabung, Verunreinigung oder Einwirkung von Kohlenwasserstoffen, Schmierstoffen oder anderen brennbaren Stoffen auf Sauerstoffsysteme verursacht werden.

Verwendung unverträglicher Gase, Gasmischungen oder nicht ordnungsgemäß analysierter Gasflaschen.

10.1.4 Beschränkung der Ansprüche

Soweit gesetzlich zulässig, ist die Haftung von Halcyon ausschließlich auf die Reparatur oder den Austausch defekter Bauteile beschränkt. Halcyon haftet in keinem Fall für indirekte, zufällige oder Folgeschäden, einschließlich Sachschäden, Personenschäden oder Todesfälle.

⚠ WARNUNG

Kreislauftauchgeräte bergen inhärente Risiken, darunter Hypoxie, Hyperoxie, Hyperkapnie, Dekompressionskrankheit und Sauerstoffbrände. Diese Risiken lassen sich auch bei sachgemäßer Verwendung und Wartung des Geräts nicht vollständig ausschließen. Mit der Verwendung des Symbios CCR übernimmt der Taucher die volle Verantwortung für diese Risiken.

10.1.5 Beschränkte Garantie; Ausschluss weiterer Garantien

Halcyon Manufacturing, Inc. („Halcyon“) gewährt ausschließlich die dem Produkt beim Verkauf beiliegende beschränkte Garantie. Sofern in dieser beschränkten Garantie nicht ausdrücklich anders angegeben und soweit dies nach geltendem Recht zulässig ist, schließt Halcyon alle anderen Garantien, ob ausdrücklich oder stillschweigend, einschließlich, aber nicht beschränkt auf stillschweigende Garantien der Handelsüblichkeit oder Eignung für einen bestimmten Zweck, aus. Kein Vertreter, Händler oder Vertriebspartner ist berechtigt, im Namen von Halcyon Garantien zu ändern oder zu erweitern.

10.1.6 Haftungsbeschränkung

Soweit dies nach geltendem Recht zulässig ist:

(a) Halcyon haftet nicht für indirekte, zufällige, Folgeschäden, besondere, exemplarische oder Strafschäden, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Nutzungsausfall, Einnahmeverlust, Verlust des Firmenwerts oder Sach- oder Personenschäden, die aus dem Kauf, dem Besitz oder der Verwendung des Produkts entstehen oder damit in Zusammenhang stehen;

b) Die gesamte Haftung von Halcyon, gleich ob sie auf Vertrag, Gewährleistung, unerlaubter Handlung (einschließlich Fahrlässigkeit), Gefährdungshaftung oder anderem beruht, darf den vom Käufer tatsächlich für das jeweilige Produkt, das den Anspruch begründet, gezahlten Betrag nicht übersteigen; und

(c) Nichts in dieser Vereinbarung schließt die Haftung für Tod oder Körperverletzung aus oder beschränkt sie, wenn diese auf grobe Fahrlässigkeit oder vorsätzliches Fehlverhalten von Halcyon zurückzuführen ist, sofern ein solcher Ausschluss oder eine solche Beschränkung rechtswidrig wäre.

10.1.7 Internationales Kaufrecht und lokales Recht

Käufer außerhalb der Vereinigten Staaten sind sich bewusst, dass ihnen durch lokale Verbraucherschutzgesetze zusätzliche Rechte zustehen können. Nichts in dieser Vereinbarung soll zwingende gesetzliche Rechte nach lokalem Recht ausschließen oder

einschränken. Soweit zulässig, haben die Bestimmungen dieser Vereinbarung Vorrang.

10.1.8 Anwendbares Recht und Gerichtsstand

Dieser Vertrag unterliegt dem Recht des US-Bundesstaates Florida und ist nach diesem auszulegen, ohne Berücksichtigung kollisionsrechtlicher Bestimmungen. Alle Streitigkeiten, die sich aus oder im Zusammenhang mit diesem Vertrag, einem Verkauf oder einem Produkt ergeben, sind ausschließlich vor den staatlichen oder Bundesgerichten im Alachua County, Florida, USA, zu verhandeln, und der Käufer unterwirft sich der Zuständigkeit dieser Gerichte.

10.1.9 Vollständige Vereinbarung

Dieser Abschnitt „Haftungsbeschränkungen und Gewährleistungsausschluss" ist Bestandteil des gesamten Benutzerhandbuchs zwischen Halcyon und dem Käufer. Sollte eine Bestimmung dieses Abschnitts nach geltendem Recht ungültig oder nicht durchsetzbar sein, bleiben die übrigen Bestimmungen uneingeschränkt gültig.

11 Informationen

Halcyon Tauchsysteme
24587 NW 178th Place
High Springs, FL 32643
Reh

info@halcyon.net
Tel.: +1.800.HALCYON (425.2966)

Europäischer Ansprechpartner:
Halcyon Europe Sp z o.o. Wodnika 50, Pav 6
80-299 Danzig, Polen

Anhang A: Konformitätserklärungen

Symbios CM Rebreather

Das geschlossene Atemschutzgerät 02S-003 CM „SYMBIOS“ entspricht den Bestimmungen der Module B und D der Verordnung (EU) 2016/425 Persönliche Schutzausrüstung und setzt den harmonisierten Standard in nationale Normen um.

EN 14143:2013 Atemschutzgeräte – Autonome Tauchgeräte mit Kreislauftauchgerät

Polski Rejestr Statków S.A., Benannte Stelle 1463, führte die EU-Baumusterprüfung (Modul B) der Verordnung (EU) 2016/425 Persönliche Schutzausrüstung durch und stellte das EU-Baumusterprüfungszertifikat CW/PPER/9/08/2025 aus.

Die Produktion unterliegt dem in Modul D der EU-Verordnung 2016/425 festgelegten Verfahren und steht unter der Aufsicht von Polski Rejestr Statków S.A., der benannten Stelle Nr. 1463. Zertifikatsnummer: CW/PPER/10/08/2025

Symbios-Handset

_ EN250:2014: Die Kombination aus Halcyon SYMBIOS HANDSET und Halcyon SYMBIOS Tank Pod ist eine persönliche Schutzausrüstung gemäß der Verordnung (EU) 2016/425. Polski Rejestr Statków S.A., al. Gen. Józefa Hallera, 12680-416 Danzig, Polen, Benannte Stelle Nr. 1463, führte die EU-Baumusterprüfung (Modul B) der Verordnung (EU) 2016/425 Persönliche Schutzausrüstung durch und stellte die EU-Baumusterprüfbescheinigung Nr. CW/PPER/73/08/2025 aus. Die EG-Baumusterprüfung des SYMBIOS HANDSET zusammen mit dem Halcyon SYMBIOS Tank Pod wurde von Polski Rejestr Statków S.A., al. Gen. Józefa Hallera, 12680-416 Danzig, Polen, Benannte Stelle Nr. 1463. Das SYMBIOS-Handset entspricht in diesem Fall der Norm EN 250:2014 – Atemschutzgeräte – Tauchgeräte mit offenem Kreislauf und Druckluftversorgung – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung – Abschnitt 6.11.1 Druckanzeiger zur Verwendung mit Geräten, die der Norm EN 12021 entsprechen. Die Luftversorgung für Geräte, die der Norm EN 250:2014 entsprechen, muss die Anforderungen an Atemluft gemäß EN 12021 erfüllen. Die Tauchtiefe der Gerätezertifizierung beträgt 50 m.

_ Das HALCYON SYMBIOS HANDSET bzw. das Symbios HUD in Kombination mit dem Halcyon SYMBIOS Tank Pod unterliegen dem Konformitätsbewertungsverfahren „Typkonformität“ auf Grundlage der Qualitätssicherung des Produktionsprozesses sowie überwachter Produktprüfungen in stichprobenartigen Abständen (Modul D) unter Aufsicht der Polski Rejestr Statków S.A., al. Gen. Józefa Hallera, 12680-416 Danzig, Polen, Benannte Stelle Nr. 1463.

_ EN 13319 (Europäische Norm für Tiefenmesser), Verordnung (EU) 2014/53, Funkanlagenrichtlinie

_ EN 300 330:2017 V2.1.1 (Funkspektrum), Kurzstreckenfunkgeräte (SRD); Funkanlagen im Frequenzbereich von 9 kHz bis 25 MHz und Induktionsschleifensysteme im Frequenzbereich von 9 kHz bis 30 MHz; Harmonisierte Norm, die die grundlegenden Anforderungen von Artikel 3.2 der Richtlinie 2014/53/EU abdeckt. EN 55032:2015 + A1:2020 + A11:2020 (EMV), Elektromagnetische Verträglichkeit von Multimedia-Geräten

_ Emissionsanforderungen

Symbios HUD

Das SYMBIOS HUD erfüllt folgende Anforderungen:

_ EN250:2014: Die Kombination aus Halcyon SYMBIOS HUD und Halcyon Symbios Tank Pod ist eine persönliche Schutzausrüstung gemäß der Verordnung (EU) 2016/425. Polski Rejestr Statków S.A., al. Gen. Józefa Hallera, 12680-416 Danzig, Polen, Benannte Stelle Nr. 1463, führte die EU-Baumusterprüfung (Modul B) der Verordnung (EU) 2016/425 Persönliche Schutzausrüstung durch und stellte die EU-Baumusterprüfbescheinigung Nr. CW/PPER/73/08/2025 aus. Die EG-Baumusterprüfung des SYMBIOS HUD zusammen mit dem Halcyon Symbios Tank Pod wurde von Polski Rejestr Statków S.A., al. Gen. Józefa Hallera, 12680-416 Danzig, Polen, Benannte Stelle Nr. 1463. Das SYMBIOS HUD entspricht in diesem Fall der Norm EN 250:2014 – Atemschutzgeräte – Tauchgeräte mit offenem Kreislauf und Druckluft – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung – Abschnitt 6.11.1 Druckanzeiger zur Verwendung mit Geräten, die der Norm EN 12021 entsprechen. Die Luftversorgung für Geräte, die der Norm EN 250:2014 entsprechen, muss die Anforderungen an Atemluft gemäß EN 12021 erfüllen. Die Gerätezertifizierung gilt bis zu einer Tiefe von 50 m.
Das Halcyon Symbios Handset bzw. Symbios HUD in Kombination mit dem Halcyon Symbios Tank Pod unterliegen dem Konformitätsbewertungsverfahren „Typkonformität“ auf Grundlage der Qualitätssicherung des Produktionsprozesses sowie überwachter Produktprüfungen in stichprobenartigen Abständen (Modul D) unter Aufsicht der Polski Rejestr Statków S.A., al. Gen. Józefa Hallera, 12680-416 Danzig, Polen, Benannte Stelle Nr. 1463.

_ EN13319 (Europäische Norm für Tiefenmesser)

_ Verordnung (EU) 2014/53, Funkanlagenrichtlinie

_ EN 300 330:2017 V2.1.1 (Funkspektrum), Kurzstreckenfunkgeräte (SRD); Funkanlagen im Frequenzbereich von 9 kHz bis 25 MHz und Induktionsschleifensysteme im Frequenzbereich von 9 kHz bis 30 MHz; Harmonisierte Norm, die die grundlegenden Anforderungen von Artikel 3.2 der Richtlinie 2014/53/EU abdeckt.

_ EN 55032:2015 + A1:2020 + A11:2020 (EMV), Elektromagnetische Verträglichkeit von Multimedia-Geräten

_ Emissionsanforderungen.

Symbios Tank Pod

Der SYMBIOS TANK POD entspricht folgenden Normen:

_ EN 250:2014: Die Kombination aus einem Halcyon Handset bzw. HUD und dem Halcyon Symbios Tank Pod gilt gemäß Verordnung (EU) 2016/425 als persönliche Schutzausrüstung. Polski Rejestr Statków S.A., al. Gen. Józefa Hallera, 12680-416 Danzig, Polen, Benannte Stelle Nr. 1463, führte die EU-Baumusterprüfung (Modul B) der Verordnung (EU) 2016/425 Persönliche Schutzausrüstung durch und stellte die EU-Baumusterprüfbescheinigung Nr. CW/PPER/73/08/2025 aus. Die EG-Baumusterprüfung des SYMBIOS TANK POD wurde von Polski Rejestr Statków S.A., al. Gen. Józefa Hallera, 12680-416 Danzig, Polen, Benannte Stelle Nr. 1463. In diesem Fall entspricht der SYMBIOS TANK POD der Norm EN 250:2014 – Atemschutzgeräte – Tauchgeräte mit offenem Kreislauf und Druckluft – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung – Abschnitt 6.11.1

Druckanzeiger zur Verwendung mit Geräten, die der Norm EN 12021 entsprechen. Die Luftversorgung für Geräte, die der Norm EN 250:2014 entsprechen, muss die Anforderungen an Atemluft gemäß EN 12021 erfüllen. Die Zertifizierung des Geräts gilt bis zu einer Tiefe von 50 m.
Das Halcyon Symbios Handset bzw. Symbios HUD in Kombination mit dem Halcyon Symbios Tank Pod unterliegen dem Konformitätsbewertungsverfahren, der Konformität mit dem Typ auf Grundlage der Qualitätssicherung des Produktionsprozesses sowie überwachten Produktprüfungen in stichprobenartigen Abständen (Modul D) unter Aufsicht der Polski Rejestr Statków S.A., al. Gen. Józefa Hallera, 12680-416 Danzig, Polen, Benannte Stelle Nr. 1463.

_ Verordnung (EU) 2014/53, Funkanlagenrichtlinie

_ EN 300 330:2017 V2.1.1 (Funkspektrum), Kurzstreckenfunkgeräte (SRD); Funkanlagen im Frequenzbereich von 9 kHz bis 25 MHz und Induktionsschleifensysteme im Frequenzbereich von 9 kHz bis 30 MHz; Harmonisierte Norm, die die grundlegenden Anforderungen von Artikel 3.2 der Richtlinie 2014/53/EU abdeckt.

_ EN 55032:2015 + A1:2020 + A11:2020 (EMV), Elektromagnetische Verträglichkeit von Multimedia-Geräten

_ Emissionsanforderungen.

Der vollständige Text der EU-Konformitätserklärung ist unter https://halcyon.net/support im Bereich Instructions/Manuals > EU Declaration of Conformity Documents verfügbar.

Anhang B: Fehlerbehebung

Die Fehlerbehebungsverfahren richten sich an geschulte Anwender. Kann ein Fehler unter Wasser nicht sofort identifiziert und behoben werden, ist der Tauchgang abzubrechen und sicher aufzutauchen, indem die entsprechenden Bailout-Verfahren angewendet werden.

Allgemeine Grundsätze

- Überprüfen Sie immer zuerst die Sauerstoff- und Diluentgasversorgung.
- Überprüfen Sie die HUD-Anzeige, die Handset-Anzeige und die Vibrationsalarme auf Diagnoseinformationen.
- Im Zweifelsfall auf das offene System wechseln und den Tauchgang abbrechen.

Häufige Probleme und Korrekturmaßnahmen

Symptom	**Mögliche Ursache**	**Korrekturmaßnahme**
HUD/Handset schaltet sich nicht ein	Batterie leer	Akku vor dem Tauchgang aufladen.
Häufige „Sauerstoffmangel"-Alarme	O_2-Ventil geschlossen, Tank leer, Anschluss verstopft; defekter Hochdrucksensor	Ventil und Druck prüfen; Sensoren prüfen
Alarm bei hohem O_2-Gehalt	Magnetventilleck, undichte MAV, schneller Abstieg, falsches Gas	OC-Notfallmaßnahmen, Spülen mit Diluentgas, O_2-Werte prüfen, korrigieren oder abbrechen
Übermäßiger Atemwiderstand	abgeknickte Schläuche, falsch positionierte Gegenlungen oder überfluteter Atemkalkbehälter	Schlauchführung und Gegenlunge prüfen; bei Wassereinbruch abspringen und Tauchgang abbrechen
Keine Reaktion vom CCR-Knopf	Reisemodus oder Taste deaktiviert	Überprüfen Sie den Status des Reisemodus; schließen Sie die Sauerstoffzufuhr wieder an, um das System erneut zu aktivieren; falls das System weiterhin nicht reagiert, ist eine Wartung erforderlich.

Feuchtigkeit im Atemkreislauf	Wassereintritt durch Mundstück, ADV oder Schlauchanschlüsse	Wechsel auf OC; Tauchgang beenden; System vor der nächsten Verwendung reinigen und trocknen
Die Laufzeit des Abgasreinigers war kürzer als erwartet.	Hohe Arbeitsbelastung, kaltes Wasser, erschöpftes Absorptionsmittel, nicht zugelassenes Absorptionsmittel. Alle Validierungen basieren auf Sofnolime™ 797.	Atemkalk austauschen; Absorptionsmaterial und Vorgehensweise überprüfen.
Die Sensorwerte sind ausgegraut.	Es sind keine Kalibrierungsdaten verfügbar.	Kalibrieren Sie den Kopf
Linearitätsprüfung in Luft fehlgeschlagen	Halcyon GreenFlash™ OptodeZelle dem direkten Licht ausgesetzt	Kalibrieren Sie die Sauerstoffsensoren, ohne dass direktes Licht darauf fällt.

Störungsmeldung nach dem Tauchgang

- Notieren Sie das Symptom, die Uhrzeit und das Tauchprofil.
- Beachten Sie alle Warnmeldungen vom Head-up-Display, vom Handset oder vom Vibrationssystem.
- Melden Sie die Details Halcyon Dive Systems oder einem autorisierten Servicecenter.

⚠ VORSICHT

Führen Sie keine unbefugten Reparaturen an elektronischen Bauteilen, Sauerstoffregelungs- oder Druckkomponenten durch. Wartungsarbeiten dürfen nur von autorisiertem Personal durchgeführt werden.

Anhang C: Checklisten

HINWEIS

Betriebliche Konformität

Das Ausfüllen dieser Checklisten ist zwingend erforderlich, um die Sicherheit und die CE-Zertifizierung des Symbios CM Rebreathers aufrechtzuerhalten.

HALCYON™ _AMBIO

Name		Datum	

_Kalibrierungscheckliste

Herstellungsdatum der O_2-Sensoren

Sensor 1 (galvanisch)	Sensor 2 (galvanisch)	Sensor 3 (GF oder galvanisch)

O_2 analysieren

%

Aktuelle Mitteldruckprüfung (ca. 7 bar)	
O_2-Regler an der O_2-Flasche anschließen. Alle Schläuche und Verbindungen prüfen	
Öffnungen von Magnetventil und MAV prüfen	
Kalibrierkappe nach Aufforderung entfernen	
O_2 unter Druck setzen	
Tauchmodus und Kopplung von Handset/HUD prüfen	

Battery Check

Akkukontrolle	CCR Kopf	GF O_2 Sensor	HUD
%	%	>2.6v	%

Kalibrierungssequenz starten (CCR-Taste 7 Sekunden gedrückt halten)	
O_2-Flasche nach Aufforderung schließen	
Kalibrierkappe entfernen, wenn „Check Air" angezeigt wird	
Erfolgreiche Kalibrierung bestätigen (danach keine Fehlermeldungen)	
O_2-Flasche entfernen	

_Montagecheckliste

O_2-Sensoren kalibrieren	
Schrauben des Atemkalkbehälters und Schwamm prüfen	
Atemkalkbehälter befüllen	
Schwamm und Gitter einsetzen	
O-Ring des Atemkalkbehälters prüfen	
Atemkalkbehälter in der richtigen Ausrichtung einsetzen	
O2 Öffnungen am Atemkalkbehälter prüfen	
O-Ringe und Anschluss am Kopf prüfen	
Kopf am Atemkalkbehälter befestigen	
MAV-Zuleitung am Kopf anschließen	
Gerät in die Tasche einsetzen und O_2-Flaschengurte prüfen	
BOV/ADV montieren (OC-Modus)	
Diluent-Schlauch und Schlauchführung prüfen	
O-Ringe am Gegenlungenanschluss prüfen	
Gegenlungen befestigen	

↓

Tasche am BOV/ADV befestigen	
Schnur des Überdruckventils (OPV) verlegen	
O_2-Flasche anschließen und befestigen (O_2 aus)	
O_2-Regler an der Flasche anschließen	
Rückschlagventile im Loop / DSV prüfen	
Mundstück inspizieren	
O-Ringe des Loop prüfen	
Sitz und sicheren Halt des Loop prüfen	
Position von Mundstück und Schläuchen prüfen	
BOV/ADV auf CC schalten	
Unterdruckprüfung durchführen (O_2 drucklos)	
Überdruckprüfung durchführen (O_2 drucklos)	
Position der Einatem-Gegenlunge über BOV/ADV prüfen	
Reißverschluss und Klettverschluss der Tasche schließen	
Handset und HUD einschalten	
O_2-Flasche öffnen	
Bestätigen, dass Handset und HUD O_2-Werte empfangen	
O_2-Druck prüfen	
Funktion von BOV/ADV prüfen (OC/CCR)	
Funktion der SP-Taste prüfen (Auto, Low, High)	

Wenn jetzt nicht getaucht wird:

1_O_2-Flasche schließen und O_2-System drucklos machen
2_DSV schließen
3_Auf OC-Modus schalten
4_Handset/HUD/Kopf ausschalten

Checkliste vor Ort

- Akkustände prüfen
- O_2-Druck prüfen
- Führen Sie einen Neg/Pos test durch (falls das Gerät transportiert wurde)
- Diluent analysieren
- Diluent-Druck prüfen
- Diluent-Mitteldruck prüfen

Checkliste vor dem Tauchgang

Schritt	Prüfpunkt	Beschreibung
C	Controller und Konnektivität	Setpoints nacheinander durchschalten und die Funktion des Magnetventils sicherstellen. Diluent-Zuleitung, Befestigung des Geräts am Taucher und HUD-Halterung prüfen. Funkverbindung mit Handset und HUD prüfen.
H	Handset/HUD	• Einstellungen prüfen • Akkustand • HUD-Halterung • Auto-BO-Funktion prüfen
A	ADV	• Ventilposition prüfen • ADV im OC-Modus prüfen • Diluent-Spülung → O_2-Zugabe • ADV-Funktion im Standard- und CC+-Modus prüfen
O	Sauerstoff	• Druck prüfen • O_2-Zugabe über MAV
S	System	Prüfung der Systemstabilität für 4min bei SP 0,5

HALCYON™ AMBIO

24587 NW 178TH PLACE HIGH SPRINGS, FL 32643, USA

1.800.HALCYON (425.2966)

HALCYON.NET