

3.4. Auftriebsmittel

3.4.0. Vorgeschriebene Auftriebsmittel für Forschungstaucher

Die GUV-Regel 2112 (Einsatz von Forschungstauchern) fordert beim Tauchen mit Leichttauchgeräten für jeden eingesetzten Taucher ein Auftriebsmittel.

Auftriebsmittel gehören zur Mindestausrüstung für Forschungstaucher und sind durch den Unternehmer bereitzustellen.

4.3 Auftriebsmittel

Der Unternehmer hat zusätzlich zur Mindestausrüstung nach Abschnitt 5.7 beim Tauchen mit Leichttauchgeräten eine Ausrüstung zur Verfügung zu stellen, die den Taucher im Bedarfsfall kontrollierbar an die Wasseroberfläche bringt und die ein sicheres Bergen eines verunfallten Tauchers ermöglicht.

Als Auftriebsmittel ist eine kombinierte Tarier- und Rettungsweste gemäß DIN EN 12 628 oder ein Tariermittel gemäß DIN EN 1809 zu verwenden.

Weiterhin sind Trockentauchanzüge aus Zellkautschuk geeignet, die so viel Auftrieb aufweisen, dass sie – auch wenn sie nach einer Beschädigung mit Wasser gefüllt sind – den Taucher nach Abwerfen des Gewichtssystems an die Wasseroberfläche bringen (diese Anforderung ist für den einzelnen Taucher in Abhängigkeit mit der von ihm verwendeten Ausrüstung sicherzustellen).

Die **ZH 1/541** wurde inzwischen durch die Berufsgenossenschaften **zurückgezogen!**

3.4.1. Auftriebsmittel: DIN EN 1809 und DIN EN 12628

DIN EN 1809

Fassung: Januar 1998

Tauchzubehör;

Tariermittel;

Funktionelle und sicherheitstechnische Anforderungen; Prüfverfahren

Deutsche Fassung EN1809:1997

DIN EN 12628

Fassung: Oktober 1999

Tauchzubehör;

Kombinierte Tarier- und Rettungsmittel;

Funktionelle und sicherheitstechnische Anforderungen; Prüfverfahren

Deutsche Fassung EN 12628:1999

Diese Normen gelten auch für den Bereich des Sporttauchens.

Wichtige Anforderungen dieser Auftriebsmittel sind:

DIN EN 1809 Tariermittel	DIN EN 12628 Kombinierte Tarier- und Rettungsmittel
<p>Aufblasbare Tariermittel ermöglichen dem Taucher seinen <u>Auftrieb zu regeln</u>.</p>	<p>Das Kombinierte Tarier- und Rettungsmittel erlaubt den Benutzer seinen <u>Auftrieb zu regeln</u> und <u>ihn im bewusstlosen Zustand mit der festgelegten Freibordhöhe des Kopfes an der Wasseroberfläche zu halten</u>.</p>
<p><u>Hand-Entleer-Vorrichtung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Die Knopf- oder Zugseilbedienung muss leicht mit jeder Hand erreichbar sein. ● Muss 20% mehr Luft herauslassen als durch die mechanische Aufblasvorrichtung zugeführt werden kann. ● Bei maximaler Entleerung dürfen maximal 10% des Nenn-Höchstauftriebes vorhanden sein. 	<p><u>Hand-Entleer-Vorrichtung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Die Knopf- oder Zugseilbedienung muss leicht mit jeder Hand erreichbar sein. ● Muss 20% mehr Luft herauslassen als durch die mechanische Aufblasvorrichtung zugeführt werden kann. ● Bei maximaler Entleerung dürfen maximal 10% des Nenn-Höchstauftriebes vorhanden sein.

Mund- und mechanische Aufblasvorrichtung (Inflator)	Mund- und mechanische Aufblasvorrichtung (Inflator)
<p>Mechanische Aufblasvorrichtung (Alte Bezeichnung: Inflator)</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Kupplung zwischen Ventil und Mitteldruckschlauch muss auch mit Handschuhen rasch lösbar sein. 	<p>Mechanische Aufblasvorrichtung (Alte Bezeichnung: Inflator)</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Kupplung zwischen Ventil und Mitteldruckschlauch muss auch mit Handschuhen rasch lösbar sein. <p>Falls diese Vorrichtung nicht aus dem regulären Atemluftvorrat gespeist wird, gilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> Versorgung aus einem Hochdruckbehälter mit mindestens 200 Liter Atemluft. Der Höchstauftrieb muss nach 20 sec erreicht sein.
Automatisches Überdruckventil	Automatisches Überdruckventil
-	<p>Notflasche (Unabhängige Aufblasvorrichtung)</p> <ul style="list-style-type: none"> Mindestkapazität: 100 Liter Atemluft Das Ventil muss auch mit Neoprenhandschuhen bedienbar sein. <p>Höchstauftrieb nach max. 5 sec erreicht.</p>
-	<p>Schwimmlage Das Auftriebsmittel muss Mund und Nase des Tauchers innerhalb von 10 sec nach dem ersten Auftauchen in Schwimmlage gebracht haben, d.h. der untere Mundwinkel muss 8 cm über der Wasseroberfläche liegen (Freibordhöhe) und der Rumpf des Körpers muss mit einem Winkel von 0° bis 90° nach unten geneigt sein.</p>
-	<p>Sichtbare Farben</p> <p>Freiliegende Felder über der Wasseroberfläche mit einer Gesamtfläche von mindestens 200 cm² in Orange, Rot oder Gelb.</p>
-	<p>Signalpfeife</p> <p>Nicht-metallische Doppelpfeife, die sicher befestigt ist.</p>
-	Mindestauftrieb: nicht gefordert

Die **DIN EN 12628** verlangt,
dass Jackets, die als kombinierte Tarier- und Rettungsmittel eingesetzt werden,
den Taucher **in Schwimmlage mit dem Mund klar (8 cm) über Wasser halten.**

3.4.2. Jackets

Als Auftriebsmittel werden insbesondere beim Sporttauchen "**Jackets**" (*engl.*) verwendet. Diese Aufstiegs- und Tarierhilfen werden als "Stabilizing Jackets" (stabilisierende Jacken) bezeichnet, da sie den Taucher unter Wasser in einer relativ stabilen horizontalen Lage halten.

Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Typen und Bezeichnungen bei den Jackets. Bekannte Bezeichnungen sind:

- BC = Buoyancy Compensator
= Tarierhilfe
(Der BC besitzt nur einen Inflator und/oder CO₂-Anschluß für ein einmaliges Befüllen. Ein BC hat keine unabhängige Notflasche, die in jeder Tiefe raschen Auftrieb bzw. Atemluft bereitstellen kann!)
- ADV = Advanced-Divers-Vest
= fortschrittliche Taucherweste (Weiterentwicklung des Stabilising Jackets: Schulterpartie nur noch mit Tragegurt bedeckt.)
- ABJ = Adjustable Buoyancy Jackets
= Jackets mit regulierbarem Auftrieb.

Unterschiedliche Bauarten:

Der Auftriebskörper läuft über die Schulter oder die Schulterpartie ist nur mit den Tragegurten bedeckt. Die Tragevorrichtung für die Druckluftflasche ist als Soft- oder Hardpack integriert.

Außerdem unterscheidet man zwischen ein- und zweischaligen Jackets. Die doppelschalige Bauweise hat den Vorteil, daß sich Taschen, Ringe, Aufsätze problemloser an der Außenschale befestigen lassen. Außerdem läßt sich die Innenschale leichter flicken. Nachteilig ist das etwas größere Volumen.

Vor- und Nachteile von Jackets im Vergleich mit Rettungswesten:

- ☺ Bequemes Tauchen, keine Beengung im Halsbereich.
- ☺ Beim Tauchen in horizontaler Lage optimale Position der Auftriebskammer(n).

- ☺ Auftriebskörper und autonomes Leichttauchgerät (Flasche, Atemregler, Druckmesser, Inflator) bilden eine Einheit. Das An- und Ablegen ist relativ einfach (wie eine Jacke). Der Inflatorschlauch muß im Gegensatz zur Benutzung einer Rettungsweste nicht vor dem Ablegen des Gerätes gelöst werden.
- ⊗ Einengung des Brustkorbes im aufgeblasenem Zustand.
- ⊗ Ein Wechseln der Flasche unter Wasser ist problematisch.
- ⊗ Wenn die Druckluftflasche am Ende eines Tauchganges in das Boot gereicht werden soll, muß der Taucher auch sein Auftriebsmittel (= Rettungsmittel) ablegen.
- ⊗ Beim Retten und Transport eines verunfallten Tauchers, der ein Jacket trägt, kann die Flasche nicht problemlos abgenommen werden.
- ⊗ Ein Jacket benötigt mehr Platz im Reisegepäck (evtl. ausgenommen: spezielle Reisejackets).
- ⊗ Häufig sind die Flaschen am Jacket unzureichend befestigt. Sie können daher während des Tauchganges aus ihrer Halterung rutschen. Bei vielen Jackets ist deshalb eine zusätzliche Fangschleufe vorhanden.

Verhalten an der Wasseroberfläche:

Ein "effektiver Auftrieb an der Wasseroberfläche" ist nur durch den Teil der Luftkammer(n) gegeben, der sich unter Wasser befindet. "Stabiliser Jackets" haben einen effektiven Auftrieb deutlich geringer als 100% des Luftkammervolumens, bei einigen Modellen beträgt der Auftrieb gerade 50%.

Eine absolut ohnmachtsichere Lage an der Wasseroberfläche kann insbesondere wegen der zahlreichen Einflüsse unterschiedlicher Taucherausrüstung vermutlich derzeit von keinem Jacket ohne zusätzlichen Rettungskragen garantiert werden.

Hier gilt: Ausprobieren geht über studieren!

Beim Kauf zu beachten:

- Gute Paßform und Verarbeitung, geringer Strömungswiderstand, Geschmeidigkeit.
- 15-18 Liter Mindestauftrieb
- **Keine Beugung des Brustkorbes im aufgeblasenem Zustand, eine Volumenvergrößerung beim Aufblasen muß nach außen gehen.**
- Befüllung über Inflator innerhalb von 10 Sekunden (*A. P. Valves: ca. 7 Sekunden*)
- Sichere, rutschfeste Flaschenbefestigung (evtl. mit zusätzlicher Fangschleufe).
- Bei Bedarf Befestigung auch für Doppelflaschen.

- Wirkungsvolle Auslaßventile (insbesondere für Notstops beim Aufstieg)
- Jacket in Signalfarbe.
- Notflasche
- **Signalpfeife**
- Sinnvolle Taschen und ausreichende D-Ringe
- Wasserablass
- Gute Garantiebedingungen.
- Betriebsanleitung in deutscher Sprache.

Ausstattungsmerkmale

Schnellabwurfschnallen

erleichtern das Ausziehen des Jackets.

Notflasche:

Unabhängige Luftversorgung auch in der Tiefe für eine kontrollierte Notluftblasung und -atmung (Atmung nur bei antibakteriellen Blasen [Fa. A.P.Valves]);
sinnvoll: Notflaschen aus Aluminium.

Schlauchklammern und -halter

erleichtern die Positionierung von Schläuchen, Instrumenten und Konsolen.

Sicherheitsfarben

erleichtern das Erkennen und Wiederfinden des Tauchers (noch besser: zusätzliche Reflexstreifen).

Taschen

für Oktopus (Atemregler mit zweitem Lungenautomaten) sowie für Rettungsgeräte, sonstige Utensilien, Autoschlüssel.

D-Ringe (Ösen)

zur Befestigung/Sicherung zusätzlicher Ausrüstungsteile (z.B. Lampen, Kompaß).

Material (Außenhülle) :

meist Nylon unterschiedlicher Gewebestärken (Angaben meist in Denier)

<i>(A.P.Valves Jackets:</i>	<i>1100 Denier</i>
<i>Scubapro Master Jacket:</i>	<i>840 Denier</i>
<i>Mares Vector 10:</i>	<i>840 Denier</i>
<i>Dacor Nautica:</i>	<i>420 Denier</i>
<i>Beluga-Jacket:</i>	<i>Cordura 1000).</i>

Material (Innenhülle):

meist PU (Polyurethan).

Wichtige Hinweise für den Betrieb:

Die Begurtung sollte den Taucher bei aufgeblasenem Zustand nicht behindern.

Insbesondere bei Rettung/Transport verunfallter Taucher ist darauf zu achten, dass dieser in der Atmung nicht behindert wird!

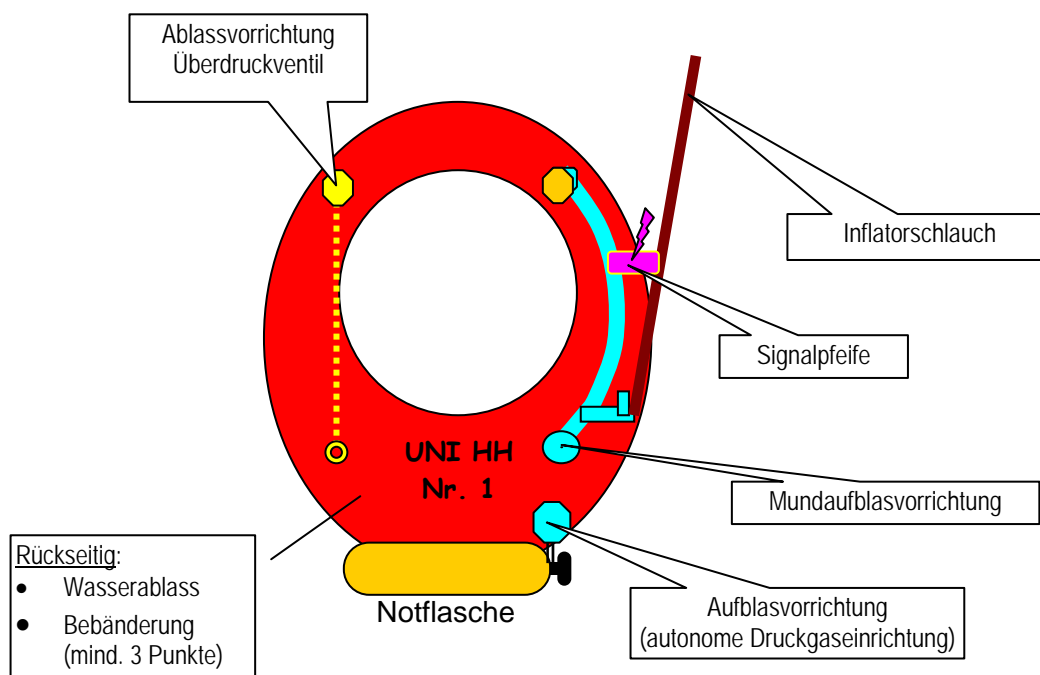
Da sich Nylongurte im nassen Zustand dehnen, muss die Befestigung der Druckluftflasche(n) bei den meisten Jackets mit nassen Gurten angepasst werden (*nicht nötig bei A. P. Valves Geräten*).

Jackets niemals während des Reinigens der Luftkammern mit Druckluft aufblasen, da die Auslassventile das Wasser nicht schnell durchlassen können und das Auftriebsmittel damit zum Platzen gebracht werden kann!

3.4.3. Auftriebsrettungsmittel kombinierter Bauweise

Die Regel für den Einsatz von Forschungstauchern (GUV-R 2112, § 4.3, Auftriebsmittel) fordert für jeden eingesetzten Taucher eine Ausrüstung, die den Taucher kontrollierbar an die Wasseroberfläche bringt und ein sicheres Bergen ermöglicht.

Das Auftriebsmittel hat die Anforderungen der DIN EN 12628 oder der DIN EN 1809 zu erfüllen. Siehe auch Kapitel 3.4.1. In diesem Abschnitt wird nur auf die Geräte eingegangen, die die DIN EN 12628 "Kombinierte Tarier- und Rettungsmittel" erfüllen.



Allgemeine Anforderungen und Betrieb:

- Gebrauchsanleitung befolgen.
- Taucher müssen in der Handhabung ausgebildet sein und beim Trieren jederzeit Austauschstufen einhalten können.
- Triergerät darf nicht aus Reserveluftvorrat gefüllt werden.
- Nicht zur Beförderung von Lasten.
- Evtl. beim Gebrauch eingedrungenes Wasser ist sofort zu entfernen.
- Prüfung der Betriebssicherheit vor jedem Einsatz.

Lt. DIN:

- Farbe der Außenseite des komb. Trier- und Rettungsmittels: **Orangerot oder Gelb**
- **Doppeltonpfeife**
- **Auftrieb > 100 N**
- ausreichende Bewegungsfreiheit
- Aufblasvorrichtungen: a. Inflator

- b. autonome Druckgaseinrichtung
- c. Mundaufblasvorrichtung

- Kein Schutzrohr in Druckluftflasche.
- In < 10 sec nach erstmaligem Durchstoßen der Wasseroberfläche
→ ohnmachtsichere, stabile Wasserlage.
- Überdruckventil
- Dichtheit (nach 16 Std. muss $p \geq 0.03$ bar erhalten sein)
- Mundaufblasvorrichtung muss das Atmen aus dem Rettungsmittel ausschließen.

Weiterhin ist zu beachten:

Das Auftriebsrettungsmittel kombinierter Bauweise wird immer als erster Ausrüstungsgegenstand angezogen, d.h. insbesondere vor dem Bleigurt!!

(Der Bleigurt könnte sich sonst beim Abwurf im Westengurt verhaken!)

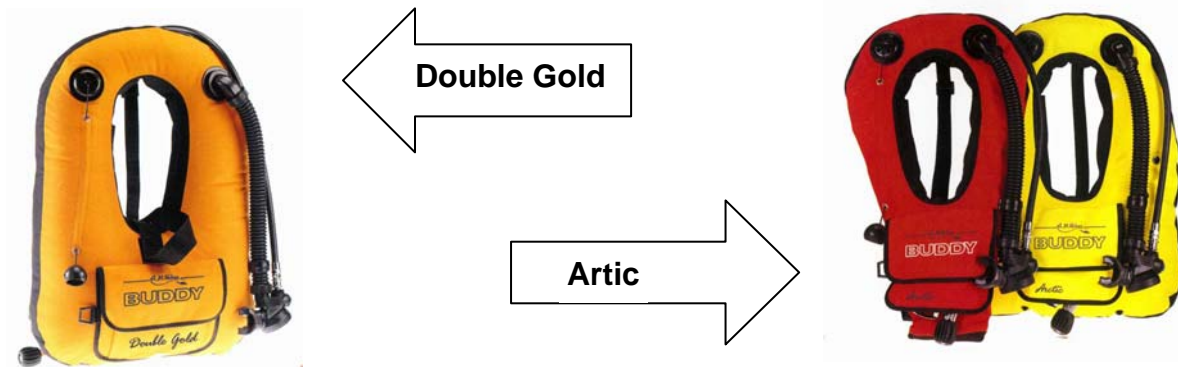
Beim Westenkauf besonders zu beachten:

- Weste soll DIN 32925 erfüllen
- DIN/BAM gerechtes Ventil (zylindr.)/Flasche
- Rückschlagventil im Anschlußstutzen der autonomen Druckgaseinrichtung
- guter Wasserablaß
- große Westentasche, Karabinerhaken
- Bebänderung mind. 3 Punkte
- gute Befestigung der Notflasche
- gute Verarbeitung
- Flaschen-TÜV
- Garantie, Gebrauchsanleitung
- leichte Pflege
- keine rostenden Teile
- Westenvolumen mindestens 18 Liter
- Westenflasche aus Aluminium, BAM-Zulassung

Beim Betrieb ist zu beachten:

Nach dem Spülen des inneren Westenkörpers mit Süßwasser darf dieses Wasser nicht mit Druckluft ausgeblasen werden. Die Ventile lassen nur einen geringen Ausstrom an Wasser zu, deshalb kann es beim Ausblasen zum Platzen der Hülle kommen!

3.4.4. Ohnmachtsichere Auftriebsrettungsmittel der Firma A. P. Valves



Das BUDDY Double Gold ist die Wahl der Berufstaucher. Es wird weltweit bei der Armee eingesetzt. Beispielsweise bei der britischen Royal Navy seit 1983.

Maximaler Auftrieb 21,36 kg.

NATO-Lagernummern: 4220-99-770-9719 und 4220-99-330-1243

Das BUDDY ARCTIC ist ein zweischaliger Rettungskragen, der leicht verstellbar ist und zusammengeklappt oder als vollständige Weste mit über 17 kg Auftrieb getragen werden kann. Diese Weste wurde speziell für Taucher mit Trockentauchanzügen entwickelt.

Alle Westen sind mit einer leichten Aluminium-Notflasche (0,4 Liter - 200 bar) ausgestattet. Die Notflasche ist TÜV zugelassen und besitzt ein DIN-Flaschenventil mit BAM-Zulassung.

3.4.5. BUDDY Stabilitätswesten der Firma A. P. Valves

Alle BUDDY Jackets erfüllen die **NORM EN 1809**, tragen das **CE Kennzeichen** und werden gemäß einem Qualitätskontrollsystem nach ISO 9002 hergestellt.

Typ: „Sea King“



Das Sea King zeichnet sich insbesondere aus durch:

- Sehr komfortabel konturierte Schultern.
- Große Frontteile, die beste Auftriebsmöglichkeit zum Tarieren in einer Notsituation bieten.
- Geschicktes, verstellbares Seitengurtsystem: dadurch passt die Universalgröße den meisten Tauchern.

Ausstattung

- 2 D-Ringe (25 mm)
- Lagerungsschnalle
- Wahlweise Inflator AP 200 oder AutoAir Westenautomat
- Leichte NOTFLASCHE aus Aluminium als unabhängige Luftquelle für Notatmung und -auftrieb.

Universalgröße (21,36 kg max. Auftrieb) für Brustumfang 91,5 cm bis 119,4 cm

Typ: „Commando“



Das Commando ist das meistverkaufte Jacket in Großbritannien. Es gehört zur Standardausrüstung vieler NATO-Streitkräfte einschließlich der Such- und Rettungstaucher der Hubschrauberstaffel der Royal Navy und anderer Küstenwachen in aller Welt.

Ausstattung

- Zwei weitöffnende Reißverschlussaschen mit Wasserablaufnetzen
 - Zwei kleine Taschen mit Klettverschluss
 - Innen angebrachte, leicht erreichbare Oberflächenbojentasche. *(Die Oberflächenboje ist nicht im Lieferumfang enthalten.)*
 - Notfall-Netzschneider
 - 2 Edelstahl D-Ringe (50 mm)
 - 2 Kunststoff D-Ringe (50 mm)
- schen
- Schnellabwurfschulter schnallen
 - Wahlweise Inflator AP 200 oder AutoAir Westenautomat
 - Leichte NOTFLASCHE aus Aluminium als unabhängige Luftquelle für Notatmung und -auftrieb.

Größen:

- M (17,27 kg max. Auftrieb) für Brustumfang 94 cm bis 104 cm
- L (22,72 kg max. Auftrieb) für Brustumfang 106,7 cm bis 119,4 cm
- XXL (26,36 kg max. Auftrieb) für Brustumfang ab 127 cm

3.5. z. Zt. nicht belegt

3.6. Taucherdruckkammer (inkl. Druckkammer-Behandlung)

Unfallverhütungsvorschrift „Taucherarbeiten“ (BGV C 23 / bisherige VBG 39),
insbesondere 3. Nachtrag in Kraft seit 1. Januar 2001

Berufsgenossenschaftliche Richtlinien / Regeln des Bundesverbands der Unfallkassen:

GUV-R 2112: § 4.7, § 5.7.3, § 5.7.6, § 7.2, § 7.4, Anhang 1

BGR 235 (ZH 1/539) Taucherdruckkammern (Ausgabe: 10.88, aktualisierte Fassung 9.06)

Medizingeräteverordnung, Gruppe 3 nach § 2

Normen:

DIN 13256 Druckkammern für Personen

3.6.1. Anforderungen (Bau- und Ausrüstung)

„Transportkammern“ dürfen seit dem 1. Januar 2000 nicht mehr verwendet werden. Als Taucher-Druckkammer sind nur noch Behandlungskammern entsprechend § 4.2 der ZH 1/539 zulässig. Als Ersatz für den Transport in einer Kammer ist jetzt die Atmung von reinem Sauerstoff unter Normaldruck während des Transportes zur Behandlungskammer vorgeschrieben.

„Taucherdruckkammern müssen so beschaffen sein, dass

1. sie einen **Überdruck von mindestens 5 bar** ermöglichen,
2. der **Überdruck von 5 bar in höchstens 6 Minuten** erreicht werden kann,
3. **Sicht- und Sprechmöglichkeit** mit Personen in der Kammer besteht,
4. **Sauerstoffatmung in der Kammer** möglich ist und
5. ein unabhängiges **Einschleusen einer Begleitperson** und **die Behandlung eines erkrankten Tauchers** in der Kammer möglich sind.“

Beim Einsatz von Forschungstauchern regelt die GUV-R 2112 in § 5.7.6 bei welchen Einsätzen eine Taucherdruckkammer bereit gestellt werden muss:

Der Unternehmer hat an der Tauchstelle ein Sauerstoff-Atemgerät bereitzustellen, das das Atmen von reinem Sauerstoff für eine Dauer von mindestens 3 Stunden ermöglicht.

Diese Forderung ist z. B. erfüllt, wenn an der Tauchstelle

- *eine atemgesteuerte Dosiereinrichtung mit mindestens 3000 l Sauerstoff oder*
- *ein Kreislaufgerät mit einer Betriebszeit von mindestens 3 Stunden vorhanden ist.*

Der Unternehmer hat an der Tauchstelle eine Taucherdruckkammer bereitzustellen

1. bei Tauchgängen mit **Haltezeiten über 35 Minuten**
2. bei Tauchtiefen über 10 m, wenn ein **Transport** zur nächsten einsatzbereiten Taucherdruckkammer **innerhalb von 3 Stunden nicht möglich** ist.

Wo ist die nächste einsatzbereite Taucherdruckkammer?

siehe:

Liste der Behandlungskammern und Transportkammern
Herausgeber: Tiefbau-Berufsgenossenschaft (Am Knie 6, D-81241 München)

oder im Internet:

<http://www.gtuem.org/liste/kammernd24.htm>

und beachte:

Die Einsatzbereitschaft ist vor jedem Tauchereinsatz zu prüfen!

Bau und Ausrüstung der Behandlungskammer nach BGR 235

(bisherige ZH 1/539):

Behandlungskammern **müssen mindestens eine Hauptkammer und eine Vorkammer haben!**

Betriebsdruck/Sicherheitsventil

Innendurchmesser $\geq 1,48$ m

je Person Sitzbreite $\geq 0,5$ m, Sitztiefe $\geq 0,4$ m

Runde Türöffnung Durchmesser $> 0,70$ m, Krankentrage liegend rein und raus transportierbar

Bajonettverschluß, Beobachtungsfenster, Beleuchtung (>200 Lux)

Füllen/Leeren von Vor- und Behandlungskammer unabhängig

Brandschutz

Hauptkammer:

mind. 1 Liegefläche für eine Person

+ zwei Personen sitzend,

Spülluftmenge 30 l/min je Person (bei Kammerdruck),

***für jede Person eine Sauerstoffatemstelle** (O_2 bei Atmosphärendruck 75 l/min) **mit Lungenautomat, ausgeatmete Luft muß aus der Kammer abgeführt** werden.*

Heizeinrichtung

Versorgungsschleuse

Vorkammer:

≥ 2 Personen sitzend

3.6.2. Behandlung in der Druckkammer

Schema:

1. Kammer bereitstellen und überprüfen!
(Anschlüsse, Druckluft- und Sauerstoffvorrat, Deckeldichtung auf Sauberkeit, zuverlässiges Personal (Ersthelfer + HLW) (schriftlich vom Unternehmer bestellt) unterwiesen, Arzt erreichbar)
2. Kurze ärztliche Diagnose (inkl. **neurologischer Status**), Versorgung des Tauchers (Infusion), auf Trage in Kammer schieben
3. Deckel sorgfältig verschließen!

4. **Genaueres Protokoll führen!**
Name der Person in der Kammer, Name des für den Betrieb Verantwortlichen, Druckverlauf in Abhängigkeit von der Uhr, Sauerstoffatmung in Abhängigkeit von der Uhr, alle Beobachtungen (Symptome, etc.) mit Uhrzeit notieren, Name und Anschrift des behandelnden Arztes
5. Geschwindigkeit der Drucksteigerung: 10 m/min (Abstiegsgeschwindigkeit)
Bei schweren Fällen rascher!

Bei Schmerzzunahme (z. B. *Druckausgleichs-Probleme*) anhalten, erst weiter, wenn der Taucher es verträgt.
6. Bis auf Behandlungsdruck fahren, **entsprechend der Behandlungstabelle bzw. entsprechend den Anweisungen des Taucherarztes.**
(Auf dieser Tiefe sollten alle Beschwerden verschwunden sein.)
7. Der **Verunfallte ist ständig zu beobachten**, er bedarf ständiger Zusprache.
8. Auf eine **ausreichende Lüftung** durch entsprechende Spülung ist zu achten.
9. Dekompression entsprechend der Tabelle, ab 18 m Wassertiefe O₂-Atmung möglich (anstrebenswert!)
10. nach Beendigung der Behandlung:
für gewisse Zeit (6-12 Std.): Verunfallter muß in der Nähe der Kammer bleiben, Personal erreichbar.

Die Behandlung in einer Druckkammer sollte immer nach ärztlicher Anweisung erfolgen.

Welche Tabelle soll benutzt werden?

Diese Entscheidung trifft in der Regel der Taucherarzt. Nach § 7.2 der GUV-R 2112 hat der Tauchereinsatzleiter dafür zu sorgen, dass ein mit der Tauchermedizin vertrauter Arzt bei Vorhandensein einer Taucherdruckkammer hinzugezogen wird.

Alle Taucher (d.h. Sporttaucher, Forschungs- und Berufstaucher) können sich bei Tauchunfällen an die Notrufnummer des Schiffahrtmed. Inst. der Marine wenden:

0431 / 540 90 (Kennwort: „Tauchunfall“)

Dort den Taucherarzt verlangen!
Unter dieser Rufnummer ist eine 24-Stunden Bereitschaft erreichbar.

In Hamburg:

Druckkammerzentrum am Allgemeinen Krankenhaus Barmbek
 (24-Stunden- Bereitschaft) (040 / 6327 3434 bis 16:15 Uhr)

Alarmierung über Rettungsleitstelle der Feuerwehr Hamburg:
 „Verdacht auf Tauchunfall“ angeben

112 oder **040 / 2882 4965**

Für Mitglieder im Verband Deutscher Sporttaucher (VDST e.V.) gibt es eine
 24-Stunden-Hotline:

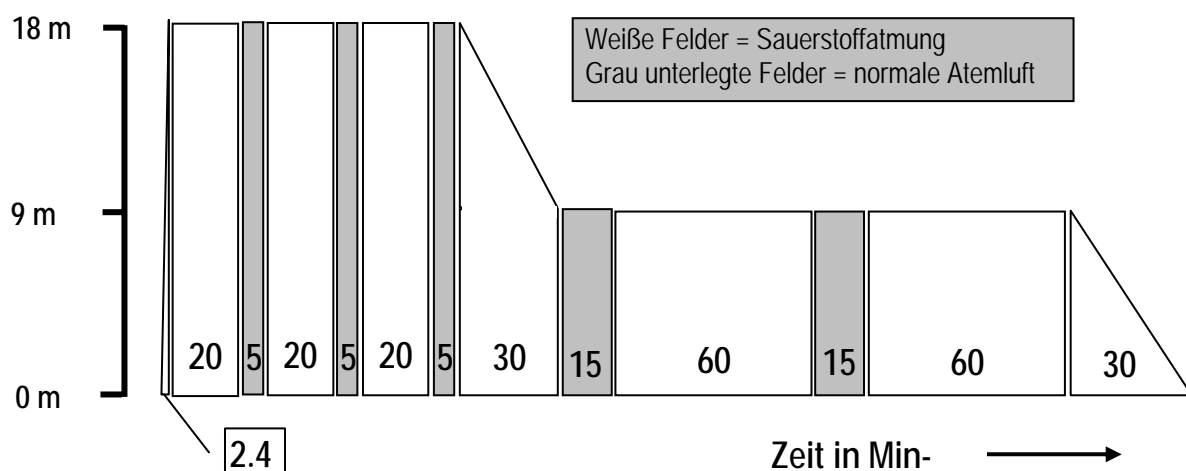
01803 32 21 05

Therapieeinrichtungen benutzen meistens eigene Behandlungstabellen und -verfahren. Beispielsweise werden schwer verunfallte Taucher in der Behandlungskammer in Berlin auf sehr große Tiefe gefahren (Atemgasgemisch mit Helium).

Die „Leitlinie Tauchunfall“ der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin gibt für die erste Druckkammerbehandlung die Behandlungstabelle 6 an:

Behandlungstabelle 6

(U.S. Navy Treatment Table 6)



3.7. Atemluft-Kompressor (-Verdichter)

Zur ausreichenden Versorgung eines Tauchers mit der lebensnotwendigen Atemluft wird verdichtete Luft benötigt. Diese wird dem Taucher über einen Versorgungsschlauch oder in mitgeführten Behältern bereit gestellt. Die Verdichtung und Aufbereitung (im erforderlichen Umfang) der Luft erfolgt mit einem Verdichter (Kompressor). Als Verdichter werden überwiegend **drei- oder vierstufige Hochdruckkolbenkompressoren** verwendet. Diese mehrstufige Bauweise ist notwendig um die thermische Belastung (Hinweis: Gesetz von Gay-Lussac) des Kompressors zu verringern. Dies wird durch eine Zwischenkühlung nach jeder einzelnen Stufe erreicht.

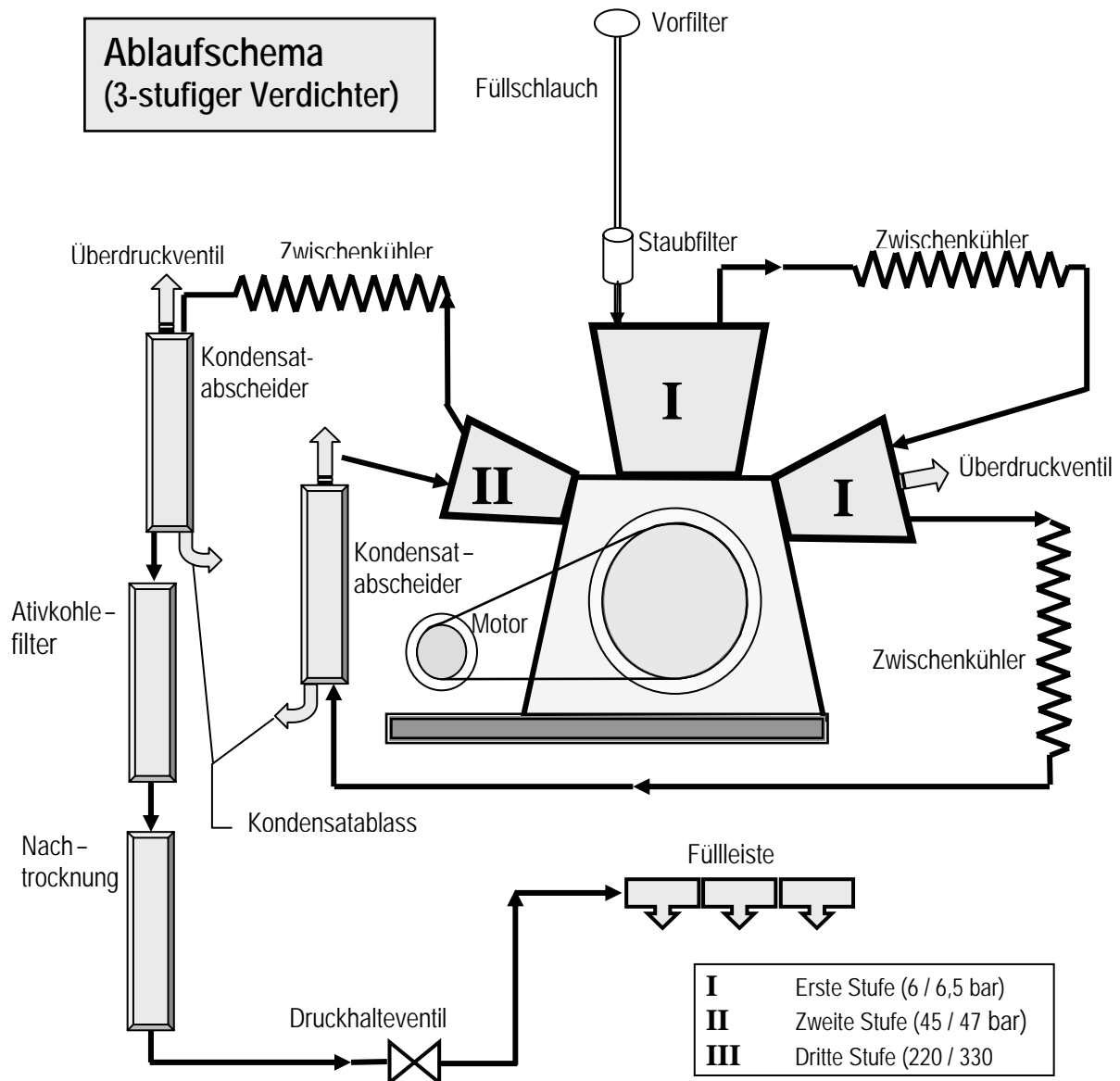
3.7.1. Vorschriften, Normen, etc.

Die Zusammensetzung bzw. Reinheit der Luft muß dabei den Anforderungen der **DIN EN 12021 ("Reinheit der Atemluft")** bzw. EN 132 Anhang A genügen. Bei Aufbau und Betrieb einer Füllanlage sind insbesondere die **BGR 500** „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (Stand: Oktober 2004, letztmalig aktualisiert am 25. Mai 2005) zu beachten. In dieser Regel sind ausgewählte Betriebsbestimmungen aus Unfallverhütungsvorschriften zusammengestellt worden. Zu beachten sind außerdem die **Technischen Regeln Druckgase (TRG)** [TRG 300 „Besondere Anforderungen an Druckgasbehälter Druckgaspackungen“ und die TRG 301 „Besondere Anforderungen an Druckgasbehälter, Druckgaskartuschen, Halterungen und Entnahmeeinrichtungen“] und **Technische Regeln für Druckbehälter (TRB)** [TRB 502 „Sachkundiger nach § 32 DruckbehV“; TRB 514 „Prüfungen durch Sachverständige - Wiederkehrende Prüfungen“; TRB 532 „Prüfungen durch Sachkundige - Wiederkehrende Prüfungen“; TRB 600 „Aufstellung der Druckbehälter“].

3.7.2 Aufbau und Funktion

Funktionsweise eines dreistufigen Kompressors:

1. Über einen zwei bis drei Meter langen Schlauch mit ausreichendem Querschnitt wird Umgebungsluft angesaugt. Am freien Ende des Schlauches befindet sich meist ein Vorfilter zum Entfernen eventuell vorhandener Teilchen aus der angesaugten Luft. Zwischen Schlauch und Kompressor ist ein weiterer **Staubfilter** eingebaut. Bei besonders reiner Umgebungsluft kann bei einem elektrisch angetriebenen Verdichter auf den Vorfilter und auf den Schlauch verzichtet werden. Der Staubfilter ist ein in Abhängigkeit vom Staubgehalt der Umgebungsluft regelmäßig zu ersetzendes Verschleißteil.
2. In der **1. Stufe** wird die angesaugte Luft **auf etwa 6 bar verdichtet**. Die Verdichtung erfolgt entsprechend dem Gesetz von Boyle-Mariotte (bezüglich des Volumens sind dabei etwaige Leckverluste zu berücksichtigen). Alle drei Stufen arbeiten mit jeweils einem Saugventil und einem Druckventil.
3. Zwischen 1. und 2. Stufe erfolgt die **erste Zwischenkühlung**. Dabei wird die von der 1. Stufe kommende Luft von etwa 120 °C auf 10° bis 15 °C über Umgebungstemperatur abgekühlt.



4. In der **2. Stufe** erfolgt eine weitere Verdichtung der Luft **auf etwa 45 bar**. Das zu verdichtende Volumen bzw. der notwendige Hubraum ist deutlich geringer als in der 1. Stufe, da die einzelnen Luftmoleküle durch die Arbeit der 1. Stufe bereits dichter zusammengedrängt sind als in der Umgebungsluft.
5. Zwischen 2. und 3. Stufe erfolgt die **zweite Zwischenkühlung**. Dabei wird die von der 2. Stufe kommende Luft von etwa 120 °C auf 10° bis 15 °C über Umgebungstemperatur abgekühlt.
Dem Zwischenkühler nachgeschaltet ist ein **Kondensatabscheider**. Das durch den Verdichtungsprozess anfallende Kondensat, eine milchige Emulsion aus dem Öl der Schmierung und dem Wasser aus der Luftfeuchtigkeit, wird physikalisch über Sintermetalle oder durch Zentrifugalabscheider von der komprimierten Luft abgetrennt. Es

wird dann in definierten Zeitintervallen (etwa alle 10 bis 20 Minuten) automatisch oder manuell aus dem Kompressor abgelassen.

6. In der **3. Stufe** erfolgt die Verdichtung auf den **Enddruck von 220 bzw. 330 bar**. Der notwendige Hubraum ist deutlich geringer als in den anderen Stufen.
7. Nach der 3. Stufe wird die Luft **im letzten Zwischenkühler auf etwa 20 °C über Umgebungstemperatur** abgekühlt. Außerdem erfolgt erneut eine **Kondensatabscheidung**.
8. Bevor die verdichtete Atemluft die Füllanlage verläßt, werden etwaige **dampfförmige Verunreinigungen** (z. B. Öl) mit einem **Aktivkohlefilter** entfernt. Außerdem wird die Luft mit einem Molekularsieb (stark hygroskopische Silikatkristalle) **nachgetrocknet**.

Ein **Sicherheitsventil nach der 3. Stufe begrenzt den Enddruck auf 225 bar/330 bar** beim Betrieb von 200 bar/300 bar Druckluftflaschen. Dieses Ventil ist verplombt und darf auf keinen Fall verstellt werden! Der Enddruck ist höher als der zulässige Flaschenfülldruck, da der Effekt der Temperaturerhöhung durch die Verdichtung berücksichtigt wurde. Das **Nachdrücken bereits gefüllter Flaschen nach deren Abkühlung ist nicht erlaubt!**

Weitere Sicherheitsventile befinden sich zwischen 1. und 2. Stufe sowie zwischen 2. und 3. Stufe. Diese Sicherheitsventile sprechen an, wenn der Druck in den Verbindungsrohren zwischen den Stufen einen definierten Grenzwert übersteigt. Dies ist beispielsweise bei einem defekten Ventil möglich.

Schmierung

Reibungsverluste im Zylinder und in den Lagern werden durch eine Ölschmierung reduziert. Diese Schmierung dient gleichzeitig zum Kühlen der Anlage, d.h. dem Temperatenausgleich. Die Verwendung der **richtigen Ölart (lt. Bedienungsanleitung)** ist für die Qualität der Atemluft **unbedingt erforderlich**. Die Benutzung nicht zulässiger Öle kann u.a. zur **Bildung toxischer Gase** (z. B. Kohlenmonoxid) führen und das Leben des Tauchers extrem bedrohen! Es wird zwischen **mineralischen und synthetischen Schmierölen** unterschieden. Synthetische Schmieröle sind für einen größeren Temperaturbereich und für härtere Einsatzbedingungen zugelassen als mineralische Öle. Sie halten für etwa 2000 Betriebsstunden, müssen jedoch mindestens alle zwei Jahre gewechselt werden. Mineralische Öle können dagegen nur halb so lange verwendet werden. Eine Umstellung von mineralischem auf synthetisches Schmieröl darf nur durch einen Fachmann durchgeführt werden, da das synthetische Schmieröl Verkokungen stark anlost und damit Verstopfungen in Kühlern und Filtern bewirken kann.

Kühlung

Die Kühlung der Verdichter erfolgt im Tauchbereich normalerweise durch eine **Luftküh-**

lung. Dazu ist auf dem Endzapfen der Kurbelwelle zum Ansaugen der Luft ein Lüfterrad aufgesetzt. Die Luft wird über die Zylinderköpfe und die Rohrspiralen geleitet. Der Kompressor ist so aufstellen, daß Zu- und Abluft ungehindert zirkulieren kann. Beim Betrieb in gut gelüfteten Räumen ist ein Mindestabstand von 0,5 m auf der Ansaugseite und von 0,75 m auf der Abluftseite von den Wänden sicherzustellen. Zur Kühlung der zu füllenden Druckluftflasche sollte diese auf der Abluftseite des Kompressors aufgestellt werden.

Filterung

Die verschiedenen Filter im Verdichter dienen der **Reinigung (toxische Gase, Ölrückstände) und der Trocknung (Luftfeuchte) der Atemluft**. In den einzelnen Verdichterstufen kommt es aufgrund der Ölschmierung zum Anfall von Öl in der verdichteten Atemluft. Daneben wird durch die Verdichtung der Luft der Wasserdampfgehalt (Feuchte) auf über 100 % erhöht und Wasser fällt als Kondensat aus. Wasser und Ölrückständen gemeinsam bilden eine milchig weiße Emulsion. Zur Trennung des Kondensats von der Luft werden unterschiedliche Verfahren (Sinterfilter, Wirbelblech oder Düse) angewendet. Das **Kondensat muß regelmäßig** entsprechend der Betriebsanleitung und den aktuellen Einflußbedingungen (insbes. Luftfeuchte, Temperatur) **abgelassen werden** (alle 10 bis 20 Minuten). Ist dies nicht gewährleistet, kann es zu Wasserschlägen und zur Zerstörung des Kompressors kommen, da das inkompressible Kondensat mit in die nächste Stufe gezogen wird. Das abgelassene Kondensat sollte in eine mit saugfähigem Material gefüllte flache Schale geleitet werden. Nach Verdunstung des Wasseranteiles kann das **ölgetränkte Material** wie ein Öllappen an der Tankstelle (oder anderer Sammelstelle) **entsorgt werden (Umweltschutz!)**.

Die Feuchtigkeit der angesaugten Umgebungsluft trägt deutlich zur Menge des Kondensatanfalles bei, für die Feuchtigkeit der komprimierten Luft nach der 2. Stufe spielt sie aber keine Rolle, dort beträgt die relative Feuchte immer 100 %. Um die Rostbildung in der Druckluftflasche zu reduzieren, muß daher die komprimierte Luft auch nach der 3. Stufe noch einmal getrocknet werden. Die DIN EN 12021 erlaubt maximal 25 mg/m^3 (d.h. in einer 10 l-Flasche (200 bar) nicht mehr als 50 mg), damit kann es erst bei Temperaturen $\leq 0^\circ \text{C}$ zum Ausfallen von Wasser kommen. Die Trocknung wird normalerweise durch ein **Trocknungsmittel (Molekularsieb)** erreicht. Bei diesem Verfahren wird die Feuchtigkeit der Luft durch hygroskopische Kristalle (synthetische Alumino-Silikate) aufgenommen. Das Molekularsieb kann etwa 20 % seines Eigengewichtes als Wasser aufnehmen, danach ist es zu ersetzen.

Mit einem **Aktivkohlefilter** werden dampfförmige Beimengungen durch Adsorption aus der verdichteten Atemluft entfernt.

Der "**Triplex™-Filter**" (mit Triplex-Patrone) der Firma Bauer Kompressoren GmbH kann der letzten Verdichterstufe nachgeschaltet werden. Er enthält alle drei Aufbereitungsstufen.

Aufstellen des Verdichters

Der Verdichter ist beim **Betrieb im Freien** so aufzustellen, daß

- er keine anderen Menschen stört (**Lärmbelästigung!**)
 - er sich auf **ebenem, staubfreien und belastbaren Boden** befindet
 - sein Ansaugschlauch hoch, trocken und **gegen die Windrichtung** aufgehängt ist (die Windrichtung ist ständig zu kontrollieren)
 - sich **keine Luftverschmutzer** (z. B. Autoverkehr) in der Nähe befinden
- und
- bei Antrieb mit Benzin- oder Dieselmotoren deren **Abgase nicht angesaugt** werden.

Zusätzlich dürfen beim Betrieb **in geschlossenen Räumen nur Elektromotoren** zum Antrieb eingesetzt werden. Eine „**Not-Aus-Taste**“ muss sich außerhalb des Gefahrenbereiches befinden!

Füllen von Druckluftflaschen:

Zu füllende Druckluftflaschen werden direkt oder über einen Füllschlauch an das **Füllventil** angeschlossen. Dieses Füllventil verfügt über zwei Stellungen:

- in der Stellung "**Füllen**" ist die Flasche direkt mit dem Verdichter verbunden und kann somit gefüllt werden
- in der Stellung "**Entlüften**" wird die Verbindung zum Verdichter abgesperrt und die Verbindung zum Ventil der Druckluftflasche entlüftet. Erst nach diesem Entlüften kann der dann drucklose Füllschlauch vom Flaschenventil gelöst werden.

3.7.3. Betrieb

Der Kompressor befindet sich in einem **einwandfreien Betriebszustand** (d.h. er wird ständig durch einen Sachkundigen bzw. den Hersteller gewartet, regelmäßig werden Gasanalysen durchgeführt). Ein **Betriebsbuch** wird geführt.

Es ist gewährleistet, daß **nur saubere Luft** (d.h. ohne schädliche Gase wie CO₂, CO, NO₂) angesaugt wird. Bei stark erhöhten Ozonwerten werden keine Druckluftflaschen gefüllt, da die Wirkung von Ozon bei einem hohen Partialdruck bisher wissenschaftlich nicht ausreichend erforscht ist. **Aufstellort, Windrichtung und Geräusentwicklung sind zu prüfen. Die komprimierte Luft genügt der DIN.**

**Das Bedienungspersonal ist mindestens 18 Jahre alt
und wurde eingewiesen (jährliche Wiederholung).
Darüber gibt es einen **schriftlichen Vermerk.****

Die Betriebsanleitung des Herstellers wird eingehalten.

Die richtige Bedienung ist gewährleistet. Dazu gehören u.a. Kontrolle der Ölstände (Motor und Kompressor), Verwendung der richtigen Ölsorten, Einhaltung der Ölwechselintervalle, Öl- und Wasserabscheider (Kondensatablass) betätigen, Aktivkohlefilter rechtzeitig erneuern, Kompressoranlage auf Dichtigkeit prüfen, Sicherheitsventil checken, Überhitzung ausschließen.

Die Druckluftflaschen sind vor dem Füllen auf Restdruck, allgemeinen Zustand und gültige TÜV/BAM-Zulassung zu kontrollieren. Beim Füllen ist die Reserve zu öffnen.

Literaturhinweis:

Scheyer, Werner (1995): Kompressor.- 2. Aufl. Bielefeld: Delius Klasing; Stuttgart: Ed. Naglschmid, 1995.

3.8 Kommunikation

Die Verständigung (Kommunikation) zwischen Taucher und Signalmann erfolgt unter Einsatz von Hilfsmitteln wie:

- Signalleine
- Blub mit Leine
- Telefon(leine); *Tauchertelefon*
- drahtlose Sprechverbindung
- drahtlose Signalverbindung

3.8.1 Signalleine, Blub

Mit Zug- und Rüttelzeichen können mittels einer Signalleine oder eines Blubs (mit Leine) vor dem Tauchgang vereinbarte Signale zwischen dem Signalmann und dem Taucher ausgetauscht werden. Als Notsignal gilt bei Forschungstauchereinsätzen grundsätzlich ein einmaliger Zug an der Leine (GUV-R 2112, § 5.10.2). Die Anforderungen an eine Signalleine bzw. an eine Blub sind in Abschnitt 5.1.1 dieses Lehrbuches beschrieben.



3.8.2 Tauchertelefon

Tauchertelefon-Anlagen bestehen aus Überwasser-Einheit, Telefonleine und Unterwasser-Einheit.



Die Überwassereinheit enthält in einem meist schwallwassergeschützten Gehäuse: Verstärkereinheit, Stromversorgung (Batterien/Netzanschluß), Mikrofon, Lautsprecher (evtl. Außenlautsprecher), Anschluß für Kopfhörer, Regler für die Lautstärken, Umschalter für die Sprechverbindungen und den Schraubanschluß für das Telefonkabel. **Die Wechselsprechanlage ist grundsätzlich so geschaltet, daß der Signalmann immer den Taucher hören und auf dessen Atemgeräusche achten kann.** Für Mitteilungen an den Taucher erfolgt eine kurze Umschaltung, die nur so lange bestehen bleibt, wie eine entsprechende Taste (Schalter) durch den Signalmann gedrückt wird. Während der Kommunikation ist auf eine deutliche, kurze und klare Sprache in normaler Lautstärke zu achten, da ansonsten die Verständigung stark erschwert wird.

Telefonleine sind Signalleinen, in welche Telefonkabel zugentlastet eingeflochten sind (GUV-R 2112, § 2.7). Ihre Länge beträgt 50 m, 60 m oder 80 m. Beim Tauchen mit schlauchversorgten Geräte wird das Telefonkabel mit dem Luftversorgungsschlauch fest verbunden.

Für die Unterwasser-Einheit gibt es für die Hör- und Sprechereinheit des Tauchers entsprechend der verwendeten Tauchausrüstung verschiedene Möglichkeiten:

- Körperschallmikrofon
Das wasserdichte Körperschallmikrofon eignet sich für Einsätze mit Naß- und Trockentauchanzügen. Es ist mit einem Durchmesser von etwa 35 mm und einer Höhe von 15 mm relativ klein und kann im einfachsten Fall unter dem Kopfband einer Taucherhalbmaske betrieben werden.
- Dynamische Hör- und Sprechkapseln
Die dynamischen Hör- und Sprechkapseln werden in Trockentauchanzügen betrieben. Sie sind dabei fest in Kopfhäube und Maske integriert. Ihre Wiedergabequalität ist

sehr gut. Nachteilig ist ihre Empfindlichkeit gegenüber Wassereintrüben.

Tauchertelefone gibt es auch mit einer Ausstattung zur Kommunikation mit mehreren Tauchern gleichzeitig oder wechselweise und der zusätzlichen Möglichkeit einer Kommunikation von Tauchern untereinander (Konferenzschaltung).

Tauchertelefone werden u.a. von folgenden Firmen angeboten:

Firma Dräger	Universal-Tauchertelefon UT 302 / UT 300
Firma Helle Engineering	Diver Phone
Firma Poseidon Tauchprodukte	Dyfo Systems
Firma Interspiro	Isbophone T1 / Isbophone MT II

3.8.3 Drahtlose Sprech- oder Signalverbindungen

Drahtlose Verbindungen werden derzeit mit Reichweiten bis etwa 500 m angeboten. Die Übertragung der Signale erfolgt mit hochfrequentem Ultraschall. Die Sprachqualität von drahtlosen Systemen ist der von Telefonsystemen deutlich unterlegen.

3.9. Rettungskoffer

Der Rettungskoffer gehört zur Standardausrüstung jeder Tauchergruppe. Er muß direkt am Tauchplatz (z. B. an Bord des Taucherschiffes, im Hallenbad) bereit stehen. Befindet er sich unter Verschuß, so sind alle beteiligten Personen über das "Versteck" des Schlüssels zu informieren.

Alle Mitglieder der Tauchergruppe müssen mit dem Inhalt des Rettungskoffers gut vertraut sein, um ihn im Notfall schnell und richtig zu handhaben.

Zur **Mindestausstattung** des staub- und wasserdichten Notfallkoffers gehören:

- **Sauerstoff-Atemgerät, das das Atmen von reinem Sauerstoff für eine Dauer von mindestens 3 Stunden ermöglicht** (Pflichtausrüstung nach UVV „Taucherarbeiten“ [BGV C 23 / bisherige VBG 39], § 14 Abs. 7)).

Zum Atemgerät gehören **Atemmaske** und Anschluss für einen Beatmungsbeutel.

Beispiele:

- ① Atemgesteuerte Dosiereinrichtung mit mindestens 3000 l Sauerstoff (Demand-System)
- ② Kreislaufgerät mit einer Betriebszeit von mindestens 3 Stunden (Beispiel: *Wenoll-System*)

Die Gabe von 100% Sauerstoff normobar ($pO_2 = 1 \text{ bar}$) entspricht einer Druckkammertherapietiefe von 5 bar. Die Sauerstoff-Sättigung und -zufuhr (Oxygenisation) der Gewebe wird stark verbessert und damit ein schnellerer Abbau der Gasblasen (N_2 -Ausscheidung) ermöglicht.

Ambubeutel mit Masken (verschiedener Größen) oder ein Dräger-Orotubus

- GUEDEL-tuben (verschiedene Größen)
- Mundkeil
- Absaugpumpe für Schleim, Absaugkatheter
- **Verbandszeug:** Mullbinden, Heftpflaster, Verbandschere, sterile Mullkompressen, Watte, Brandwundenverbandstuch, Brandwundenverbandspäckchen, Dreiecktuch, Hautdesinfektion
- **Flüssigkeit zum Trinken** (z. B. isotonische Getränke (wie "Isostar") und Wasser)
- Kleiderschere (kräftig genug für Trockentauchanzüge)
- **Rettungsdecke** (gegen Wärmeverlust nach Unterkühlung)
- Splitterpinzette

zusätzlich (insbesondere für den Arzt bzw. entsprechend geschulten Taucher):

- Stethoskop
- Blutdruckmesser
- Fieberthermometer (für Hypothermie geeignet)

- Plasmaexpander und steril verpackte Infusionsbestecke
Plasmaexpander vergrößert das zirkulierende Blutvolumen und erhöht damit deutlich die Gasausscheidung. Ein schockbedingter Volumenmangel wird reduziert.
- Injektionsspritzen, Kanülen
- Medikamente entsprechend dem Einsatzgebiet
Die Gabe von Schmerzmittel (z. B. Sedativa) kann das Krankheitsbild verschleiern und eine Besserung (Symptomfreiheit) vortäuschen.
- Intubationsbesteck, Tubus
- Stauschlauch
- Otoskop (Ohrtrichter, teilweise mit Lupe und Beleuchtungsvorrichtung)

Dem Notfallkoffer sind an schriftlichen Unterlagen beizulegen:

- "Listen der Behandlungskammern und Transportkammern"
(Herausgeber: Tiefbau-Berufsgenossenschaft, Am Knie 6, 81241 München)
und die aktuellste Liste der GTUEM aus dem Internet:
<http://www.gtuem.org/liste/kammernd24.htm>
- Liste mit wichtigen Telefonnummern, wie z. B. SchiffMedInst der Bundesmarine in Kiel
- Nächster erreichbarer Taucherarzt
- Rettungsleitstelle
- **Leitlinie Tauchunfall** der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin e.V.
- Fragebogen zur Unterrichtung des Arztes bei Zwischenfällen
- Papier und Schreibzeug (Bleistift)
- Ausreichend Kleingeld/Telefonkarte zum Telefonieren und/oder ein einsatzfähiges Mobilfunkgerät (Handy)

Die Gabe von Medikamenten ist dem Arzt vorbehalten, dabei wird grundsätzlich nach notfallmedizinischen Standards verfahren. Für die Behandlung von Tauchunfällen ist bisher kein Medikament als sicher wirksam belegt.

Alternativ zur Ausrüstung des Rettungskoffers mit einem konventionellen Sauerstoffsystem (offenes System, 95% des O₂ werden ungenutzt abgegeben) kann auch ein **Wenoll-System** verwendet werden. Dabei handelt es sich um eine Art preiswertes **Sauerstoffkreislaufgerät** (Rückatemsystem). Der Verunfallte atmet echte 100% Sauerstoff, der dabei nicht verbrauchte O₂ wird im Kreislauf behalten während das im Körper produzierte CO₂ dem Kreislauf über einen Absorber entzogen wird. Der zum System gehörige 2 l O₂-Druckgasbehälter (200 bar) kann den Verunfallten über mehrere Stunden (5-8 Stunden) reinen Sauerstoff atmen lassen.

Sauerstoffsysteme mit Bedarfsteuerung ('demand'-Ventile) arbeiten mit einer atemgesteuerten Dosiereinrichtung und ermöglichen damit ebenfalls eine deutliche Verringerung des mitzuführenden Sauerstoffvorrates. In Deutschland werden solche Systeme insbesondere von der Firma Wenoll, der Firma Dräger und der Organisation "DAN" (Divers Alert Network) angeboten. DAN bietet außerdem intensive Schulungen mit diesem Gerät an. Bei einem 2,5 l O₂-Druckgasbehälter (200 bar) und einem AMV von 10 l min⁻¹ ist eine Behand-

lungsdauer von etwa 50 Minuten möglich, bei einer 5 l O₂-Druckgasbehälter (200 bar) sind es 100 Minuten.

3.9.1. Besondere Wartungshinweise für das Sauerstoffatmungsgerät



Sauerstoff ist brandfördernd!

Sauerstoff kann Autooxidationsprozesse (**Selbstentzündung**) auslösen, wenn z. B. öl- oder fettgetränkte Gewebe oder fettverschmutzte Hände damit in Berührung kommen. In Sauerstoff- und Nitroxdruckflaschen können O-Ringe aus Gummi, Silikonfette und Rückstände aus Kompressoröl eine chemische Reaktion mit daraus resultierender Explosion auslösen. Wegen der Explosionsgefahr sind beim Umgang mit komprimiertem reinen Sauerstoff besondere Vorsichts- und Sicherheitsmaßnahmen einzuhalten! **Die Betriebsanleitung des Herstellers ist strengstens zu beachten.** Nur Sauerstoff verträgliche Spezial-Schmiermittel ist zu verwenden.

In geschlossenen Räumen darf es nicht zu einer Anreicherung mit Sauerstoff kommen.

3.10. Seemannschaft

3.10.1. Schlauchboot

Die Betriebsanleitung des Herstellers ist zu beachten. Das Boot darf nur in einem betriebs-sicheren Zustand eingesetzt werden. Vorgeschriebene und notwendige Rettungs- und Sig-nalmittel sind mitzuführen. Die Bootshaut ist vor Treibstoff zu schützen.

Pflege nach jedem Einsatz:

- Mit reichlich Süßwasser vom Meersalz befreien.
- Das Bootsinnere von Sand und Schmutz reinigen (wg. Schleifwirkung).

Pflege nach Bedarf (mindestens einmal jährlich):

- Bootshaut mit handwarmer Seifenlauge reinigen
- Bootshaut ggf. mit Pflegemittel (Schutzwachs) behandeln; nach Anweisung Hersteller
- Metallteile leicht einfetten (gegen Korrosion)
- Holzteile nachlackieren
- Lenzventile + Kammerventile reinigen/prüfen
- Dichtigkeitsprüfung (Seifenlösung)

Zur Mindestausrüstung gehören u.a.:

- Rettungswesten (die ohnmachtssichere Wasserlage bewirken) mit Signalpfeife
- Seenotsignalmittel und Trillerpfeife (oder Signalhorn)
- Spritzwassergeschützte, lichtstarke Handlampe (mit Reserve-Birne und -Batterien)
- Zwei Ruder (Paddel oder Riemen)
- Anker mit Kettenvorläufer und ausreichend langer Leine
- Kompass
- Fußblasebalg mit Schlauch
- Festmacherleine
- Evtl. Sicherheitsleiter
- Reservekanister
- Erste Hilfe Kasten
- Schöpfeimer oder Handlenzpumpe

Bei Tauchereinsätzen zusätzlich:

- Alphaflagge
- Signalhorn
- Megaphon
- Rettungskoffer
- Sprechfunk
- Bei starker Strömung: Strömungsleine.
- Bei Tauchgängen mit Austauschstufen: "Deko"-Leine.

3.10.2. Außenborder

Die Betriebsanleitung des Herstellers ist zu beachten.

- Benzinschlauch: **Richtig einkuppeln, auf "Laufriechung" achten!**
- Gemischschmierung (z. B. 1:50, d.h. 1 l Spezialöl auf 50 l Treibstoff)
- Beim Einsatz mitführen:
 - Reservekerzen und rostfreies, seewasserbeständiges Werkzeug

Nach Einsatz:

- Benzinschlauch abkuppeln.
- Motor im Leerlauf "auslaufen" lassen.
- Motor mit Propeller nach unten aufstellen/aufhängen.

Nach Einsatz in Seewasser:

- Motor im Süßwassertank im Leerlauf warmlaufen lassen, bzw. statt Verwendung des Süßwassertanks einen Wasserschlauch mit Adapter an den Wasseransaugöffnungen befestigen um damit eine ausreichende Wasserversorgung zu gewährleisten.

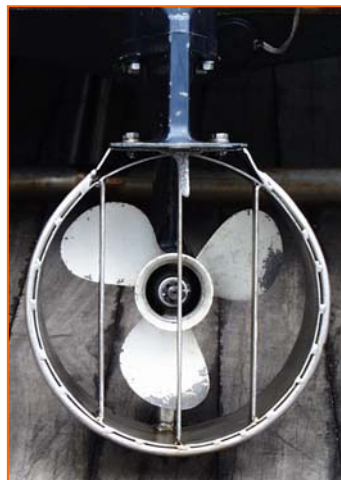
Saisonende:

Motorgehäuse und Tank waschen, Lackschäden ausbessern, Gehäuse ggf. mit Schutzwachs behandeln, Wartung/Inspektion (Getriebeöl wechseln, abschmieren), Konservieren (Kerzen raus, Motoröl einfüllen, Kerzen rein)

- auf Forschungsschiffen:

Meist Einsatz von Diesel-Außenbordern wg. Problem Treibstoff-Lagerung

Bei Taucheinsätzen muss der Propeller (Schraube) mit einem Berührungsschutz ausgestattet sein.



3.10.3. Anker

Gewicht des Ankers entsprechend der Bootsgröße (s. entspr. Tabellen)

2 Typen: - Gewichtsanker
- Patent- oder Leichtgewichtsanker

Gewichtsanker wirkt aufgrund seines hohen Eigengewichtes, bester Allroundanker.

Beispiel: Stock- oder Admiraltätsanker
hält im sandigen Grund ca. das 5-fache seines Gewichtes,
fasst gut auf steinigem, tonigen und verkrauteten Grund

Patent- oder Leichtgewichtanker haben bei gleichem Gewicht bedeutend höhere Zugfestigkeit oder Haltekraft.

Beispiele: Danforth-Anker (Plattenanker)
Je nach Grund: 3-300 fache Haltekraft im Vergleich zu einem Stockanker
gleichen Gewichtes
aber: auf verkrautetem Untergrund unbrauchbar
Falt- oder Schirmdraggen
gut bei festem, steinigem Grund

Länge des ausgelegten Ankertaus:

Bei Kette: mind. 3-fache Wassertiefe

Bei Leine: mind. 5-fache Wassertiefe

Je länger je besser!

Gezeitenhub (Wasserstandsänderungen) beachten.

Zwischen Anker und Ankerleine gehört ein 4-5 m langer Kettenvorlauf,
der Zug der Kette wirkt parallel zum Boden.

Ggf. Ankerball (Ankerlicht) setzen (ab 7 m Bootslänge auf SeeSchStr),
schwarzer Ankerball / weißes Rundumlicht im vorderen Schiffsteil gut sichtbar.

3.10.4. Knoten und Leinen

(Beitrag von Dr. A. Lipp, Version: 17.02.2005)

Knoten entstehen beim Verbinden verschiedener Schnüre oder indem man das lose Ende einer Schnur durch eine Schlaufe führt und festzieht. In seemännischer Ausdrucksweise wird aus der Schnur ein Ende, starke Enden sind Trossen, dünne Enden sind Leinen. Beim Forschungstauchen werden Leinen benutzt (Signalleine, Handleine, Telefonleine, Laufleine, Grundtau, Blubleine).

Material

Es sollten möglichst nur Synthetikmaterialien benutzt werden. Ihre Reißfestigkeit wird durch Nässe nicht beeinträchtigt und sie verrotten nicht. Leinen sollen nach ihren jeweiligen Funk-

tionen ausgewählt werden. Polypropylen ist nicht so stabil wie Nylon oder Polyester, dafür schwimmfähig. Eine schwimmfähige Leine kann in speziellen Fällen sinnvoll sein, aber sie kann sich an einem Propeller leichter verfangen. Polyäthylen ist schwächer als andere Synthetikleinen. Es ist billiger, hat aber weitere Nachteile: dehnbar und gleitfähig. Dieses Material sollte nicht benutzt werden. Nachteil fast aller Synthetikleinen ist die Empfindlichkeit auf Reibungswärme. Verschmolzene Leinen oder verschmolzene Teilstücke müssen beseitigt werden.

Umgang

Die reißfestesten Leinen bestehen aus einer geflochtenen Außenhülle und einem Kernstück, diese Kombination ist biegsam und weich. Steife Leinen lassen sich nur schwer knoten (z.B. „Meteorleine“), zu weiche Leinen schieben sich auf. Die Enden der Leinen müssen versiegelt werden. Die Schnittstelle mit einem scharfen Messer durchtrennen und mit einem Feuerzeug anschmelzen. Mit einem feuchten Finger wird das Ende begradigt.

Leinen sollten nicht über rauhe, scharfe Kanten oder sandige Oberflächen gezogen werden. Leinen sollten aufgewickelt werden, damit sie im Bedarfsfall sofort eingesetzt werden können. Ein Luftversorgungsschlauch mit Telefonleine wird in großen Augen abgelegt. Eine Signalleine kann in einem Gefäß aufbewahrt werden, dessen Boden gelocht wurde, damit Wasser ablaufen kann und das Ende zum Sichern unten entnommen werden kann. Die Signalleine sollte nicht in Augen gelegt werden, damit sich beim zügigen Fieren keine Schlaufen bilden.

Leinen mit bestimmten Funktionen sind zweckbestimmt hergestellt und sollten nicht für fremde Zwecke benutzt werden. Ein Höhlenseil ist z.B. nicht dehnbar, es darf unter keinen Umständen zum alpinen Klettern eingesetzt werden. Angaben über Eigenschaften der beim Forschungstauchen zu verwendenden Leinen siehe Kapitel 5 oder GUV-R 2112 § 4.4.

Knoten

Vor dem Knoten sollte man sich überlegen wie dieser wieder gelöst werden muß. Darf eine Zugschlinge zum Lösen eingebaut werden? Hohe Belastung erfordert mehr Außenwindungen zum Abfangen der Last. Wie reagiert der Knoten auf plötzliche Belastung?

Für jede Aufgabe muß der richtige Knoten gewählt werden. Das Knüpfen der Knoten sollte geübt werden, so daß die notwendigen Knoten unter Wasser und hinter dem Rücken richtig gebunden werden.

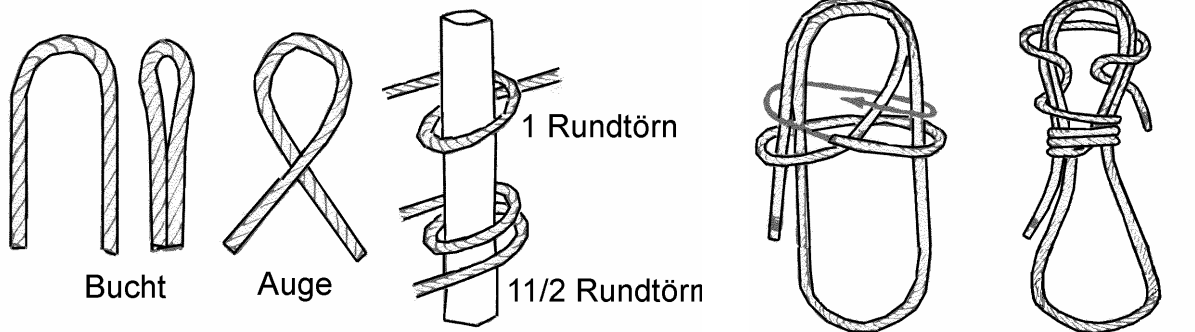
Stopperknoten verhindern, daß ein Seilende durch eine Öse gleitet. Mit ihnen werden auch Seilenden beschwert, damit die Seile geworfen werden können (Festmacherleinen).

Verbindungsknoten werden für Leinen und zum Verbinden von Gegenständen genutzt.

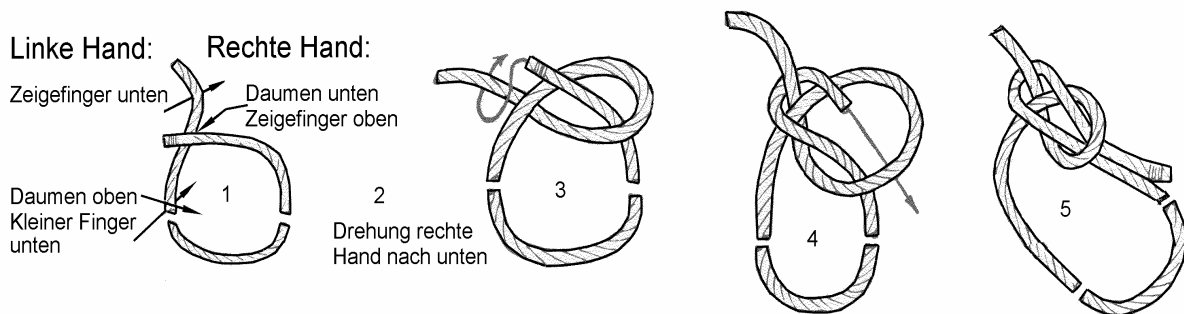
Steke legt man, um Seile mit Gegenständen anzubinden.

Fast alle Knoten haben ihren Ursprung in der Seefahrt. Der Ursprung anderer Knoten ist speziellen Notwendigkeiten bestimmter Berufsgruppen zuzuordnen wie Chirurgen, Anglern, Metzgern, Henkern oder Bergsteigern. Knoten haben/hatten in einigen Kulturen ihre eigene Bedeutung (Kalender, Rechenhilfen, dokumentierten Handelsgeschäfte oder als Rosenkranz).

Wichtig ist der richtige Knoten für den erforderlichen Zweck.

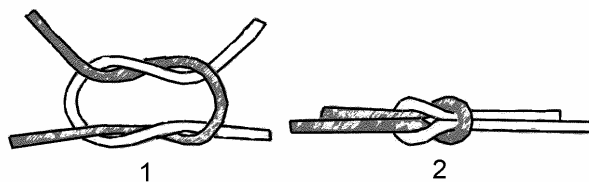
Begriffe**Palstek**

Nicht zuziehendes Auge. Zum Sichern des Tauchers mit der Signalleine.

**Reffknoten** (zum Befestigen i.e.S. reffen eines Segels mit zwei Enden am Baum)

Vorläufige Verbindung von zwei gleich starken Enden. Keine sichere Verbindung. Ein gegenläufiger Zug am Ende läßt den Knoten umschlagen und die Seilenden rutschen auseinander. Trotzdem sehr geeignet für die Schuhschlaufen.

Wird sehr oft Kreuzknoten genannt (Prüfungskommission): Das ist falsch (s.u.).



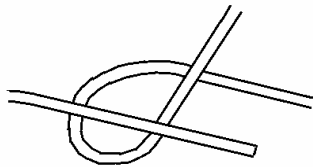
Kreuzknoten (nur zur Klarstellung)

Stabiler Knoten zum Verbinden zweier Enden (auch für Seile mit großem Durchmesser).

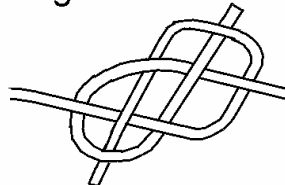
Bei Nässe schwer zu lösen. In der flachen Form ein Zierknoten für Gürtel und Schals.

Beim Zusammenziehen schlägt der Knoten um und erreicht seine Stabilität. Wird auch aufgrund des großen Durchmessers kaum noch benutzt.

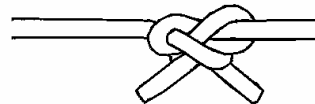
vorbereitet



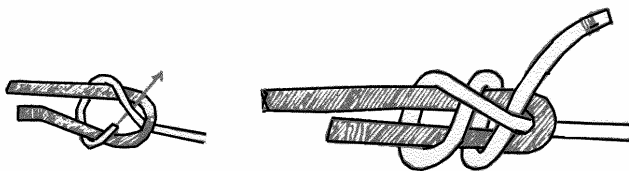
gesteckt



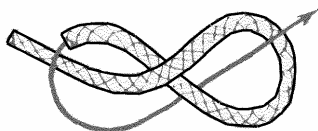
umgeschlagen

**Doppelter Schotstek**

Verbindung von zwei ungleich starken Enden. Ist nicht absolut zuverlässig beim Hin- und Herschlagen ohne Zug oder hoher Belastung. Knoten muß von losen Parten dichtgeholt werden.

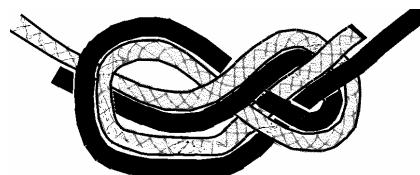
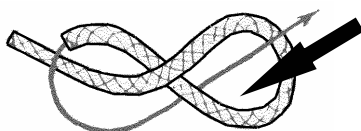
**Achtknoten**

Verhindert das Durchrauschen eines Endes durch Block oder Öse. Gehört in den Tampen jeder Schot:

**Achtstek oder Flämischer Knoten**

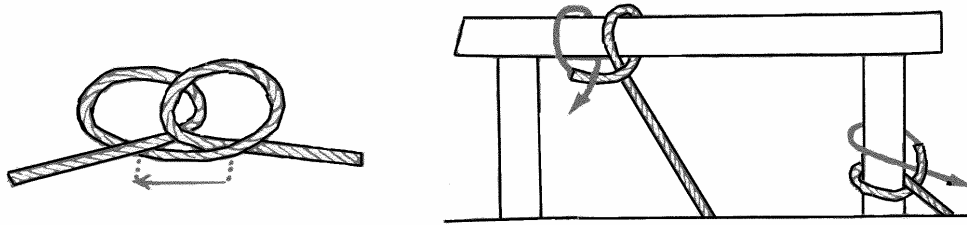
Der Knoten zum Verbinden von Leinen.

Erst einen Achtknoten legen. Dann die zweite lose Part parallel zur ersten Part, aber gegen deren Richtung, durch die Acht führen. Am Ende alle Parten parallel dichtziehen.



Webleinenstek

Zum kurzfristigen Belegen an der Reling oder am Poller. Hält nur unter Last:



Mehr Informationen über Knoten in der „Knotenbibel“:

“The Ashley Book of Knots”, C. W. Ashley, 1944; ca. 4000 Knoten

3.10.5. Seefunksprechverkehr, Seenotfunksystem

Um in Notfällen schnell Hilfemaßnahmen einleiten zu können, muß am Tauchplatz (insbesondere auf Schiffen/Schlauchbooten) eine sofortige Kommunikationsmöglichkeit mit den entsprechenden Hilfsorganisationen bestehen oder in kürzester Zeit hergestellt werden können. Zur Kommunikation können Funkgeräte und Funktelefone (Handys) eingesetzt werden.

Seegängige Schiffe sollten mit einem **UKW-Seefunksprechgerät** ausgerüstet sein. Auf allen Seegebieten und den Bundeswasserstraßen kann auf **UKW Kanal 16** eine Notmeldung an die nächste Funkstelle abgegeben werden. Von dieser Funkstelle bzw. der zuständigen Rettungsleitstelle werden die entsprechende Rettungsmaßnahmen eingeleitet bzw. gegebenenfalls eine ärztliche Beratung organisiert. In den deutschen Such- und Rettungsbieten in der Nord- und Ostsee wird seit dem 1. Januar 1999 die Überwachung von Kanal 16 und Kanal 70 (DSC) durch die DGzRS (Deutsche Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger) wahrgenommen. Die DGzRS-Seenotleitung führt das Rufzeichen "**Bremen Rescue Radio**". Kanal 70 arbeitet mit dem digitalen Selektivrufverfahren ("DSC" - *Digital Selective Calling*) und ermöglicht eine weitgehend automatisierte Verbindungsaufnahme und Seenotmeldung auf Tastendruck.

Internationale Sprechfunknotfrequenz
(**Seenotalarmierung**)

UKW-Kanal 16 (156,8 MHz)

Steht kein Seefunksprechgerät zur Verfügung kann die DGzRS auch mit Funktelefonen (Handys) der Netze D1, D2, E-plus unter der einheitlichen SAR-Alarmrufnummer 124 124 erreicht werden. Voraussetzung ist eine ausreichende Reichweite der Funknetze; dies ist häufig nicht der Fall. Weiterer Nachteil ist, daß diese Geräte nicht angepeilt werden können und eine direkte Kommunikation mit den Suchschiffen bzw. den Rettungskräften nicht möglich

ist. Die Seenotleitung Bremen der DGzRS ist auch unter der Festnetznummer 04121 / 536 870 erreichbar.

Alamrufnummer-SAR
(Netze: D1, D2, E-plus)

124 124

Ist das Leben eines Menschen bedroht, wird der Funkspruch auf Kanal 16 mit den Worten *Pan, Pan, Pan* (gesprochen: Pann, Pann,..) (international gültige Dringlichkeitsmeldung) eingeleitet, anschließend erfolgt die Nennung des Schiffnamens mit Unterscheidungssignal, die Angabe der Position und die Art des Unfalles. Beispiel (Schiffsname: Sturmvogel, Unterscheidungssignal: DEEC): **Pan, Pan, Pan, hier ist Sturmvogel, Sturmvogel, Sturmvogel, DEEC (gesprochen: Delta Echo Echo Charlie). Position: 2 Seemeilen vor Marseille** (evtl. genaue Positionsangabe). Diese Meldung wird wiederholt. **Ich habe einen Taucherunfall an Bord, erbitte dringend Hilfe.** Wiederholung des Anrufes in einfacher Form. Im Ausland werden Meldungen in der Landessprache oder in Englisch abgegeben.

Eine *Mayday-Mayday* Meldung (international gültige Notmeldung) darf abgegeben werden, wenn eine unmittelbare Gefahr für Schiff und Besatzung besteht (Beispiel: Taucherboot droht zu sinken). Die Form der Meldung entspricht dem Beispiel im vorhergehendem Absatz, die Worte *Pan, Pan, Pan* werden durch die Wortfolge *Mayday-Mayday-Mayday* ersetzt.

Auch ohne die vorgeschriebene behördliche Funklizenz sollte jeder Taucher in der Lage sein, im Notfall eine entsprechende Funkmeldung abzusetzen.

Auf kleineren Booten oder bei Tauchgängen in entlegenen Gegenden sollten mindestens tragbare Funkgeräte (z.B. CB-Funk) mitgeführt und eine durchgeprobte Funkverbindung gewährleistet werden.

Buchstabiertafel (NATO)		
A = Alfa	J = Juliett	R = Romeo
B = Bravo	K = Kilo	S = Sierra
C = Charlie	L = Lima	T = Tango
D = Delta	M = Mike	U = Uniform
E = Echo	N = November	V = Viktor
F = Foxtrott	O = Oscar	W = Whiskey
G = Golf	P = Papa	X = X-ray
H = Hotel	Q = Quebec	Y = Yankee
I = India		Z = Zoulou
Komma = Decimal		Punkt = Stop

3.10.6. Signalmittel

Nach der SeeStrO gelten rote Leuchtsterne als Seenotsignale, die nur gegeben werden dürfen, wenn Gefahr für Leib und Leben der Menschen an Bord besteht.

Im Wasser treibende Taucher, insbesondere wenn sie tarnfarbene "schwarze" Tauchbekleidung bevorzugen, sind bei Seegang, Dunkelheit oder großer Entfernung zum Tauchboot kaum sichtbar und bei Suchaktionen häufig nicht wiederzufinden.

Druckluftpfeifen, Signalpatronen, Blitzlichter und/oder aufblasbare Signalkörper (Kugeln, Röhren) sollten deshalb bei Tauchgängen während der Nacht, in der offenen See und in großen Binnenseen zur Erhöhung der Sicherheit mitgeführt werden.

Verwendung von roten Signalpatronen (z. B. Nicosignal): kurz hintereinander zwei Sterne abschießen (Aufmerksamkeit erregen), die Signaleinheit (2 Sterne) nach 5 Minuten ggf. wiederholen (Bestätigung), 2 Sterne in Reserve halten um Retter gezielt zur Unfallstelle zu führen.

NICOSIGNAL - waffenscheinfreier Signalgeber, 6 Schuß, wahlweise in drei Signalfarben: rot, grün, weiß. Steighöhe: ca. 80 m, Brenndauer: ca. 6 Sekunden, Munitionshaltbarkeit: 3 Jahre, Garantie: 6 Monate. Nach jedem Tauchgang in Salzwasser mit Süßwasser spülen um Salzurückstände zu entfernen.

Insbesondere für Nachtauchgänge empfiehlt sich ein UW-Blitzgerät, z.B. das Xenec Strobe Light SL-15 (maximal sichtbar über Wasser bis zu 3,4 Kilometer, funktionsfähig bis zu 15 Stunden, Angaben lt. Hersteller).

3.10.7. Seekarte

Eine Position wird definiert durch Angabe von geographischer Breite φ und Länge λ .

Eine Seemeile entspricht einer Länge von 1852 m. Ein Schiff bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von einem Knoten, wenn es pro Stunde die Strecke von einer Seemeile zurücklegt.

Seekarten müssen laufend berichtigt werden. Die notwendigen Informationen finden sich in den "Nachrichten für Seefahrer (NfS)", die wöchentlich vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) herausgegeben werden. Zusätzlich werden wichtige, aktuelle Warnhinweise an geeigneten Stellen als "Bekanntmachungen für Seefahrer (BfS)" ausgehängt. Seehandbücher enthalten ausführliche Beschreibungen aller Gewässer, Häfen, usw.

3.11. Funktionsstörungen von Tauchgeräten durch Vereisung

Beim Tauchen in kalten Gewässern besteht die Gefahr der Vereisung von Tauchgeräten und damit ein erhöhtes Tauchrisiko. Man unterscheidet zwischen der **inneren Vereisung** und der **äußeren Vereisung**. Bereits bei Wassertemperaturen um 6 °C können Vereisungen vorkommen. Keine Gefahr droht bei Wassertemperaturen über 8 °C.

Joule-Thompson Effekt:

Bei der Ausdehnung (Expansion) eines realen Gases ohne äußere Arbeitsleistung kommt es zu einer Temperaturveränderung.
(Arbeitsleistung gegen die molekularen Anziehungskräfte)

Bei Luft und CO₂ kommt es bei Zimmertemperatur zu einer Temperaturerniedrigung (Abkühlung), bei H₂ zu einer Erwärmung. Bei einer Druckabnahme um 1 bar ist die Temperaturabnahme für Luft 0,25 K und für CO₂ 1,25 K, während es bei H₂ zu einer Temperaturerhöhung um 0,025 K kommt. Für jedes reale Gas gibt es eine sogenannte Inversionstemperatur, unterhalb der sich das Gas bei der Entspannung abkühlt, oberhalb der sich das Gas jedoch erwärmt. (s. a. M.Bormann, J.Braunsfurth, ca. 1970: Experimentalphysik I, Vorlesungsskript). Der Inversionspunkt von Luft liegt bei 627 °C, der von Helium bei -238 °C. Eine Vereisung von Atemreglern für Heliumgemische ist deshalb ausgeschlossen.

Die Stärke der Temperaturänderung der Atemluft an der Drosselstelle im Druckminderer (1. Stufe) ist abhängig vom jeweiligen Flaschendruck und dem eingestellten, tiefenabhängigen Mitteldruck (Versorgungsdruck der 2. Stufe). Der stärkste Effekt tritt bei einem Druckgefälle von 165 bar auf. Temperaturabnahmen bis zu 30 °C sind durchaus möglich.

Bei Tauchgeräten tritt der Joule-Thompson-Effekt in der Druckluftflasche am Sinterfilter des Ventils und im Atemregler insbesondere im Druckminderer (1. Stufe) am Ventilsitz auf. Bei feuchter Atemluft kann es an diesen Orten aufgrund der Temperaturerniedrigung zu einer Eisbildung kommen. Man bezeichnet dies als *innere Vereisung*. Entspannte Atemluft entsprechend der DIN EN 12021 enthält weniger als 25 mg Wasser pro Kubikmeter, damit ist die Gefahr einer inneren Vereisung stark vermindert. Feuchtigkeit (Wasser) kann auch durch falsche Handhabung des Gerätes und bei nicht ausreichender Trocknung nach der TÜV-Prüfung in die Flasche gelangen.

Eine Vereisung des Sinterfilters (am Flaschenventil oder am Druckminderer) führt zur Blockade oder Drosselung des Luftstromes, d.h. der Taucher erhält keine oder unzureichend Atemluft. Neben der direkten Vereisung des Filters kann es auch zu einer Verlegung des Sinterfilters der 1. Stufe durch Eiskristalle kommen, die sich durch Wasserdampfkondensation und -abkühlung beim Durchströmen des Ventils gebildet haben. Durch Ausbau des im Ventil (Wasserrohr) sitzenden Filters kann eine der Gefahren beseitigt werden.

Eine Vereisung in der 1. Stufe (Druckminderer) führt bei den meisten Automaten zu einem ständigen Abströmen der Atemluft, dem Taucher verbleibt dadurch meistens noch ausreichend Luft für einen Notaufstieg.

Der Joule-Thompson-Effekt bewirkt insbesondere bei großer Luftentnahme und niedrigen Wassertemperaturen eine Abkühlung des gesamten Druckminderers, die durch die Wärmezufuhr aus dem umgebenden Wasser nicht sofort ausgeglichen werden kann. Gefrorenes Umgebungswasser (Eisklumpen) im Steuerraum (Wasserkammer) kann die Membran- (bzw. Kolben-) Bewegung blockieren, der Automat bläst dann in der Regel ab. Diese Auswirkung wird als äußere Vereisung bezeichnet. Eine Füllung des Steuerraumes mit Glyzerin/Fett und eine flexible Abschottung gegen das umgebende Wasser (z. B. mit einer Frostschutzkappe) kann diese Vereisung verhindern.

Zu einer Vereisung der 2. Stufe kommt es manchmal auch beim "Testen" (Probeatmen) an Land, wenn die Lufttemperatur $< 0\text{ °C}$ ist. Dieser Defekt behebt sich meist, wenn die 2. Stufe ins Wasser gehalten wird.

Maßnahmen bei eingetretener Vereisung

- **Ruhe bewahren!**
- **Ventil schließen** und warten bis Eis durch Wärmezufuhr aus dem umgebenden Wasser geschmolzen ist,

solange: **Wechselatmung mit dem Partner**
(dabei verdoppelt sich die notwendige Luftlieferleistung des Automaten des Partners → erhöhte Vereisungsgefahr)

besser: zwei komplette Atemregler (kein Oktopus) an zwei getrennten, einzeln absperrbaren Abgängen

Hinweis:

Beim Tauchen mit zwei kompletten Atemreglern an getrennten Ventilabgängen, sollte sich der Mitteldruckschlauch von Weste bzw. Jacket an einem Druckminderer, der Luftzufuhrschlauch des Trockentauchanzuges an dem anderen Druckminderer befinden. Damit wird sichergestellt, dass die Tarierung bei Ausfall eines Atemreglers weiterhin möglich ist.

Vorbeugende Maßnahmen

- Persönliches Verhalten:**
- * ruhig und sparsam atmen (hilfreich sind eine gute Kondition und ständiges Training)
 - * keine Tauchgänge mit Pflicht zum Einhalten von Austauschpausen
 - * keine Tauchgänge unter Eis
 - * Luftdusche nicht für Arbeiten verwenden (z. B. Hebesack füllen)
 - * Einatmen und Inflatorbenutzung (Weste (Jacket), Trockentauchanzug) nicht gleichzeitig
 - * Luftdusche/Inflator nicht länger als 5 Sekunden benutzen
 - * ausreichend eigene Taucherfahrung
 - * nur mit erfahrenen Partnern tauchen
 - * bei Minusgraden nicht mit dem Gerät an der Wasseroberfläche schwimmen
- Ausrüstung:**
- * Frostschutzkappe verwenden (Füllung der Wasserkammer mit Öl/Fett (z. B. Glyzerin))
 - * besonders vereisungssicheren Atemregler verwenden (z.B. Zweischlauchautomaten, wg. großer Gehäuseoberfläche)
 - * zweiter separater, kompletter Automat an zweitem, einzeln absperrbarem Ventil
 - * komplettes Gerät vor Gebrauch mindestens eine Minute an Wassertemperatur angleichen
 - * Kompressor mit trockener Atemluft nach DIN EN 12021
 - * verschmutzte Sinterfilter erneuern
 - * membrangesteuerte Automaten sind häufig vereisungssicherer als kolbengesteuerte Atemregler (Atemregler mit durchströmten Kolben sind besonderes gefährdet)
- Sonstiges:**
- * vor Druckluftfüllung alle Ventile durch kurzes Öffnen trocken blasen
 - * beim Spülen des Atemreglers Eindringen von Wasser in das Gerät verhindern (Schutzkappe mit O-Ring-Dichtung)

3.12. UW-Schutzbekleidung

Taucher müssen sich unter Wasser mit einer geeigneten Schutzbekleidung gegen Kälte und Wasserverschmutzung schützen. Bei Berufs- und Forschungstauchern ist die Schutzbekleidung durch den Unternehmer zu stellen.

Zur UW-Schutzbekleidung gehören:

- Taucheranzug (Nasstauchanzug oder Trockentauchanzug)
- Kopfhaube
- Handschuhe
- Füßlinge
- ggf. Unterzieher

Für Forschungstaucher gilt nach § 4.2 der GUV-R 2112:

Der Unternehmer hat für jeden Taucher (Einsatztaucher und Reservetaucher) folgende Mindestausrüstung zu stellen:

-
- Taucherschutzzanzüge nach Tauchbedingungen, z.B. Trockentauchanzug mit Kopfhaube und Wollzeug oder, falls Tauchzeit, Tauchtiefe und Aggressivität des Wassers es zulassen, Nasstauchanzug mit Kopfhaube und Füßlingen entsprechend DIN EN 14 225
-

3.12.1. Nasstauchanzüge

Nasstauchanzüge sind gefertigt aus geschäumtem „Neoprene“, sie werden deshalb als „Neopren-Tauchanzüge“ bezeichnet. Zwischen Anzug und Haut des Tauchers befindet sich eine dünne Wasserschicht, die sich durch die Körpertemperatur des Tauchers erwärmt. Aufgrund dieser Erwärmung nimmt die Dichte des Wassers leicht ab. Es bildet sich dadurch eine leichte Wasserzirkulation aus, d.h. das erwärmte Wasser steigt auf, während von unten kaltes Wasser nachströmt. Bei guter Passform des Anzuges ist die Wasserzirkulation und der damit zusammenhängende Wärmeverlust gering. Bei schlecht sitzenden Anzügen kann es in Abhängigkeit vom Einsatzgebiet, d.h. von der aktuellen Wassertemperatur, zu bedeutsamen Wärmeverlusten (durch Konvektion) kommen. Mit zusätzlichen Dichtungen an Händen, Kopf, Füßen und unter dem Reißverschluss kann der Wasserdurchfluss stark reduziert werden. Derart ausgestattete Anzüge werden als halbtrockene Tauchanzüge (Halbtrockenanzüge, „semi-dry“) bezeichnet.

Zu den Nasstauchanzügen gehören auch die Tropentauchanzüge. Diese Anzüge bieten nur geringen oder keinen Schutz gegen einen Wärmeverlust. Sie dienen in erster Linie als Schutz gegen marine Nesselgifte (von Tieren und Pflanzen), Schnitt- und Schürfwunden, starke Sonnenstrahlung und sehr beschränkt auch gegen Stichverletzung durch Meerestiere. Gefertigt werden Tropenanzüge aus Materialien wie Nylon, Neopren und Lycra. Sehr häufig zeichnen sie sich auch durch eine äußerst farbenfrohe Gestaltung aus. In kalten Gewässern sind Tropenanzüge auch als Unterzieher unter Nasstauchanzügen sinnvoll nutzbar.

Die Wärmeschutzwirkung (Isolation) eines Nasstauchanzuges hängt von seiner Materialstär-

ke und –qualität ab:

<u>Materialstärke:</u>	2 - 3 mm für Tropeneinsatz
	3 - 5 mm für warme Gewässer
	6 - 8 mm für kalte Gewässer (z. B. Nordsee, heimische Seen)

Neben der Materialstärke wird die Wärmeschutzwirkung auch durch die Art der inneren Kaschierung (Nylon, Frottee, Titaniumbeschichtung) bestimmt.

Der Tauchanzug muss auch in Abhängigkeit von den persönlichen Anforderungen gewählt werden. Die eigene Fitness, das Körperfett und die aktuelle Gewöhnung an das kalte Wasser spielen dabei eine wichtige Rolle. Frauen frieren häufig eher als Männer, benötigen folglich dickere Anzüge.

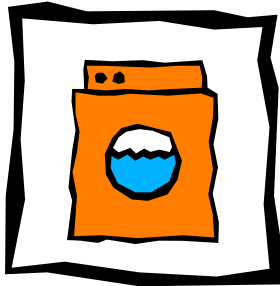
Nasstauchanzüge werden in unterschiedlichen Ausführungen angeboten:

- Einteiliger Overall mit/ohne Weste
- Zweiteilig mit Jacke und Long-John-Hose (Farmer-John-Hose)
- Mit Unterzieh-Shorty
- Mit angesetzter oder mit separater Kopfhaube
- Mit/ohne Reißverschlüssen an den Armen/Beinen
- Mit Knieschonern
- Mit Verstärkungen in stark belasteten Bereichen
- Mit Verstärkungen im Bereich der Wirbelsäule (zusätzlicher Kälteschutz)
- Als Maßanzug.

Innen kaschierte Anzüge erleichtern das An- und Ausziehen. Anzüge ohne Innenkaschierung werden nicht angeboten.

Damit die Wasserzirkulation im Anzug möglichst gering ist, muss der Anzug gut am Körper anliegen. Er darf nicht locker sitzen und sollte keine Wasserfallen enthalten. Wird andererseits das Material überdehnt, verringert sich seine Isolationswirkung deutlich. Sitzt der Anzug zu eng, wird die Blutzirkulation behindert. Beim Tauchen in sehr kalten Gewässern kann vor dem Tauchgang warmes Wasser in den angezogenen Nasstauchanzug vorsichtig eingefüllt werden. Dieses Wasser muss dann nicht erst durch körpereigene Wärme erhitzt werden.

Die Verwendung einer Kopfhaube ist außer in tropischen Gewässern unbedingt notwendig. Gerade im Bereich von Kopf und Nacken erfolgt der größte Wärmeverlust (bis zu 60%).



Pflege des Neopren-Tauchanzuges

- Kurze Fingernägel schonen die Anzüge und vermeiden „Schnittwunden“. Möglichst keinen Zug auf die Nähte ausüben.
- Nach Tauchgängen im Seewasser gut mit Süßwasser spülen (alle Salzkristalle entfernen).
- Gut trocknen lassen, aber nicht in der Sonne (UV-Strahlung schädigt das Material).
- Aufbewahrung auf einem breiten Bügel in einem kühlen und trockenen Raum.
- Am Ende der Saison bzw. nach längerem Einsatz handwarm mit wenig Feinwaschmittel in der Waschmaschine ohne Schleudergang waschen.
- Manschetten (bei halbtrockenen Tauchanzügen) mit Seife fettfrei machen.



Kleben von Neopren

- Beide Schnittkanten (Schnittflächen) müssen vollkommen sauber und trocken sein.
- Klebeflächen mit Alkohol, Aceton, Nitro o. ä. reinigen und entfetten.
- Einen Klebstoff verwenden, der nicht älter als 6 Monate ist.
- Klebstoff auf beiden Seiten gleichmäßig auftragen (auf-tupfen, nicht streichen) und gut ablüften lassen (15 bis 60 Minuten, je nach Klebstoff)
- Auf beiden Flächen Klebstoff nochmals dünn auftragen und etwa 5 Minuten trockenen lassen.
- Beide Flächen kräftig zusammenpressen! (Dabei ist die Presskraft entscheidend und nicht die Pressdauer.)
- Die volle Festigkeit ist nach etwa 24 Stunden erreicht.

Tauchanzüge aus „Neopren“

Unter dem Begriff „Neopren-Tauchanzüge“ werden Tauchanzüge verstanden, die aus geschäumtem „Neoprene“ bestehen. Der Markenname „Neoprene®“ stammt von der amerikanischen Firma DU PONT. Der Name ist heute nicht mehr geschützt. Im Unterschied zur korrekten Bezeichnung „Neoprene“ wird im Tauchbereich das Wort Neopren ohne ein „e“ am Ende verwendet.

DuPont wurde 1802 von dem französischen Einwanderer Eleuthère Irénée du Pont de Nemours als Schwarzpulverfabrik gegründet. E. I. Du Pont war ein Schüler von Antoine Lavoisier, dem Vater der modernen Chemie. Er brachte eine Reihe innovativer Ideen bezüglich der Herstellung von zuverlässigem Schießpulver und Sprengstoff mit nach Amerika. Sehr schnell erwarb er einen guten Ruf als Hersteller von Qualitätsprodukten mit einem hohen Sicherheitsstandard, so dass sich sein Unternehmen prächtig entwickelte. Heute hat sich Du Pont sehr weit von seinen Ursprüngen als Hersteller von Explosivstoffen entfernt. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts bereiteten Wissenschaftler von Du Pont den Weg für revolutionäre neue Werkstoffe. Den Anfang machten sie mit den Entdeckungen von Nylon, Neoprene und Teflon®. (Quelle: Pressemitteilung der Firm

Neoprene ist ein gelblicher, knetbarer Synthekautschuk aus Polychloropren (Abk.: „CR“), ein Kohlen-Wasserstoff mit angelagerten Chloratomen. Durch die Chlorbestandteile ist das Neoprene sehr alterungsbeständig. Zur Herstellung von geschäumtem Neoprene wird das Neoprene mit Füllstoffen (Ruß, Talkum, Kreide, u.a.), Weichmacher und einer Stickstoffverbindung (als Treibmittel) gemischt und unter Hitze und Druck in einer Form vorvulkanisiert. Der Stickstoff geht dabei in den gasförmigen Zustand über. Später diffundiert er jedoch aus dem Material. Die Bläschen behalten aber auch weiterhin ihre Form und Gestalt. Neoprene selber besitzt eine relativ geringere Isolationswirkung. Durch die Bläschen wird das Material weich, elastisch und gut isolierend. Die Größe der Bläschen nimmt allerdings mit der Tiefe ab (*s. a. Gesetz von Boyle-Mariotte*) und dadurch reduziert sich die Anzugsstärke und die Isolationswirkung deutlich.

Bei modernen Tauchanzügen ist das Neopren(e) mit Nylon, Lycra oder ähnlichem Stoff beidseitig beschichtet („kaschiert“). Die innere Kaschierung erleichtert das An- und Ausziehen des Tauchanzuges, während die äußere Kaschierung das Neopren schützt und ein farblich-modisches Aussehen ermöglicht. Die vielfach in der Werbung hervorgehobene Innenbeschichtung mit Titan soll eine Wärmerückstrahlung bis zu 40% gewährleisten, diese Behauptung ist umstritten und bisher nicht eindeutig nachweisbar.

3.12.2. Trockentauchanzüge

Trockentauchanzüge sind von der Bauart her komplett wasserdicht und am Reißverschluss gasdicht. In der Praxis beobachtet man aber häufig Dichtungsprobleme an den Manschetten und/oder an den Ventilen.

Konstantvolumen-Anzüge (KV-Anzüge) sind Trockentauchanzüge, die durch die Ausatemluft des Tauchers oder alternativ durch zusätzliche Luft (oder das Edelgas Argon) aus den mitgeführten Gasflaschen unter Wasser aufgeblasen werden können. Entsprechend verfügen sie für die Auftauchphase über ein Ablassventil. Das Volumen des Anzuges kann damit konstant gehalten und Volumenänderungen aufgrund unterschiedlichen Tauchtiefendruckes (s. a. *Gesetz von Boyle-Mariotte*) ausgeglichen werden. Gegenwärtig sind Trockentauchanzüge fast immer Konstantvolumenanzüge. Alte Helmtaucher-Trockentauchanzüge sind keine KV-Anzüge. In ihnen kann sich beim Abtauchen ein relativer Unterdruck ausbilden. Typisch sind dann Barotraumen der Haut durch Quetschfalten im Anzug.

Trockentauchanzüge werden entsprechend des verwendeten Materials eingeteilt in:

- Membrananzüge
- Neopren(e)anzüge

Membrananzüge bestehen aus mehrschichtigen Materialien. Vorwiegend verwendet wird ein Trilaminat. Dabei übernimmt die mittlere Schicht die Dichtungsfunktion, die äußere Schicht schützt vor mechanischer Beschädigung und die innere Schicht soll den Wärmeverlust reduzieren. Als Material wird beispielsweise für die mittlere Schicht Butylkautschuk und für die äußere Schicht Nylongewebe eingesetzt. Die Reparatur von Anzügen aus Trilaminat ist schwierig, meist sind spezielle Klebverfahren notwendig, um eine haltbare Verbindung mit den anderen Schichten herzustellen.

Auch gummibeschichtete Anzüge (z. B. der Firma Viking) sind Membranzüge. Diese Anzüge lassen sich im Gegensatz zu den Trilaminatanzügen leicht und schnell wie ein Fahrradschlauch flicken. Sie sind in ihrer HD-Ausführung (‘heavy duty’) sehr robust und werden gegenwärtig überwiegend von Berufstauchern eingesetzt.

Neoprentauchanzüge werden entsprechend ihrer Bezeichnung aus geschäumten Neoprene hergestellt. Sie unterscheiden sich deutlich in Dicke und Qualität sowie in der verwendeten Kaschierung. Die Reparatur erfolgt wie bei den Nasstauchanzügen. Damit die Anzüge wasserdicht sind, sollten alle Nähte mehrfach und innen verschweißt sein. Um ihr Auftriebsverhalten konstanter zu halten, werden sie häufig aus komprimierten Neopren gefertigt. Die Hersteller versprechen beispielsweise für 4 mm dickes, komprimiertes Neopren dieselbe Isolationswirkung wie für 6 mm normalem Neopren. Komprimiertes Neopren wird von den Herstellern unter den unterschiedlichsten Bezeichnungen angeboten: *Crash Neopren, Crushed Neoprene, Compressed Neoprene, Small Cell Neoprene, Hypalon* und *CF 200*.

Trockentauchanzüge aus Neopren verfügen über eine gute Wärmeisolation, dies ist bei

Membranzügen nicht oder nur in geringem Maße der Falle. Der Wärmeschutz erfolgt bei Membranzügen durch die Verwendung von dickem Unterziehzeug. Bei Neoprenanzügen wird der Tragekomfort durch das Unterziehen von T-Shirts, langen Unterhosen und Strümpfen erhöht. Bei Tauchgängen in kalten Gewässern unter/oder sehr langen Tauchgängen ist auch bei Neoprentrockentauchanzügen dickeres Unterziehzeug notwendig.

Dicken Neoprentauchanzügen isolieren den Körper auch noch nach einem Wassereintritt gegen das kalte Wasser. Bei Membranzügen erfolgt dagegen in diesen Fällen sehr schnell eine Auskühlung des Tauchers, wobei gutes Unterziehzeug dem entgegen wirkt.

Wird der Trockentauchanzug mit Argon befüllt, wird die Wärmeabgabe aufgrund der geringeren Wärmeleitung von Argon (im Vergleich zu Luft) vermindert. Insbesondere beim Tauchen mit Nitrox- und Trimixgemischen darf der Anzug wegen der erhöhten Brandgefahr nicht mit dem verwendeten Atemgas gefüllt werden.

Unterzieher werden aus verschiedenen Materialien angeboten. Gute Unterzieher bestehen z. B. aus einer Mikrofaser-Außenhaut und einem Fleecefutter im Inneren.

Bei den Dichtungen am Hals und an den Händen wird ebenfalls zwischen zwei Materialien unterschieden.

- Latex
- Glatzneopren

Dichtungen am Hals aus Glatzneopren müssen umgeklappt werden, um dicht zu sein. An den Händen (Armen) ist dies nicht zwingend notwendig; einige Taucher verwenden hier zusätzliche „Spannbänder“ bzw. „Spanngummis“. Vorteilhaft bei diesen Neopren-Dichtungen ist die höhere Lebensdauer. Nachteile sind die Schwierigkeiten beim Anziehen und die geringe Dehnbarkeit (max. 100%) des Materials. Der Anschluss von Trockentauchhandschuhen mit Ringsystem ist wegen der geringen Elastizität des Neoprens nicht zweckmäßig. Folge wäre ein starkes Ausleiern der Manschetten.

Mit Doppelmanschetten an den Händen können die Handschuhe zwischen den Manschetten gedichtet werden. Dadurch wird auch an „nassen“ Handschuhe ein sehr guter Anschluss erreicht.

Dichtungen aus Latex schmiegen sich besser an die Haut an und können damit besser abdichten als die etwas steiferen Neoprendichtmanschetten. Latex ist gut dehnbar (bis 400%) und lässt sich deshalb auch leicht überziehen. Der Anschluss von Trockentauchhandschuhen mit Ringsystem ist normalerweise problemlos. Von Nachteil ist die größere Empfindlichkeit und die kürzere Lebensdauer des Materials. Da Reparaturen kaum möglich sind, ist meistens ein kompletter Austausch der Manschetten durch eine fachkundige Person notwendig. Die notwendige Technik kann man sich aber auch selber aneignen.

Bei beiden Arten von Dichtmanschetten kann das Anziehen durch Zugabe eines Gleitmittels (z. B. Talkum oder Spülmittel) deutlich erleichtert werden.

Der gasdichte Reißverschluss ist sehr empfindlich und mit etwa 400 € das teuerste Teil am Trockentauchanzug. Eine geschützte Anordnung und eine gute Pflege (mit Bienenwachs oder Trockenschmiermittel) sind deshalb unabdingbar. Die Positionierung des Reißverschlusses ist je nach Anzugsmodell unterschiedlich. Der Verlauf entscheidet darüber, ob man den Anzug alleine bequem an- und ausziehen kann.

Mögliche Reißverschlussführungen sind:

- Durch den Schritt verlaufend
- Quer über den Rücken von Schulter zu Schulter verlaufend
- Von der Hüfte u-förmig über den Nacken zur Brust
- Quer über die Brust (selten)

Beim Kauf von Trockentauchanzügen ist streng darauf zu achten, dass der Anzug eine sehr gute Passform besitzt. Zusätzlicher Auftrieb aufgrund der Luftpolster in schlecht sitzenden Anzügen muss durch die Mitnahme zusätzlicher Tauchergewichte (Blei) ausgeglichen werden. Die Mitnahme zusätzlicher Gewichte erfordert eine Steigerung der Arbeitsleistung unter Wasser und daraus folgt ein erhöhtes Unfallrisiko. Andererseits ist auch auf genügend Bewegungsfreiheit zu achten, insbesondere unter Verwendung dicker Unterzieher. Ohne dass der Anzug spannt, sollte man mit den Händen an die gegenüberliegenden Schultern fassen können. Ebenfalls muss man problemlos imstande sein, in die Hocke zu gehen. Das Hinhocken ist gleichzeitig ein guter Test für die Dichtigkeit des Anzuges.

Trockentauchanzüge haben festangesetzte Stiefel bzw. Füßlinge. Die Sohle sollte nicht zu dünn sein, sonst ist ein schneller Verschleiß vorprogrammiert. Gut zum Gehen über unebenen, rauen Boden (z. B. Geröll, Fels, Lavagestein) sind feste Füßlinge mit profiliertem Sohle. Wenn die Füßlinge bzw. die Stiefel nicht gut passen, besteht die Gefahr, dass man mit den Füßen rutscht, die Flossen einbüßt und dadurch die Kontrolle über den Anzug verliert. Für Stiefel großer Schuhgröße kann es unter Umständen schwierig sein, entsprechend große Flossen zu bekommen. Dies sollte man demzufolge bereits beim Kauf des Trockentauchanzuges mitberücksichtigen.

Kopfhauben sind fast immer aus Neopren. Es gibt sie als separate Ausführung oder am Anzug angesetzt. Separate Kopfhauben erlauben eine bessere Zugänglichkeit zur Halsmanschette. Vorwiegend in der Berufstaucherei werden auch separate Trockentauchhauben mit integrierter Vollgesichtsmaske eingesetzt, die über ein Ringsystem mit dem Anzug verbunden werden. In diesen Hauben ist der Einbau eines Tauchertelefons möglich.

In kalten Gewässern ist die Verwendung von Dreifingerhandschuhe aus Neopren oder von Trockentauchhandschuhen mit oder ohne Ringsystem zweckmäßig. Für Trockentauchhandschuhe gibt es bei einigen Modellen wollene Innenhandschuhe oder ein Innenfutter (fest oder herausnehmbar).

Konstantvolumenanzüge sind mit mindestens je einem Einlass- und Auslassventil ausgestat-

tet. Alle Ventile müssen gut erreichbar sein und dürfen nicht durch andere Ausrüstungsgegenstände (z. B. Weste/Jacket) verdeckt sein. Im Notfall müssen sie auch vom Tauchpartner bzw. vom Reservetaucher leicht erreichbar sein.

Das Einlassventil ist meist mittig auf der Brust platziert. Es sollte mit einer Lage Neopren unterlegt sein, um Druckstellen zu vermeiden und den kalten Luftstrom nicht direkt auf den Körper zu leiten. Das Einlassventil ist über einen Füllschlauch (Mitteldruckschlauch) mit dem Druckminderer des Atemreglers oder einer kleinen separaten Gasflasche verbunden. Der Füllschlauch selber ist mit einer nicht genormten Schnellkupplung am Ventil angeschlossen. Beim Tauchen mit Atemgasen, deren Sauerstoffanteil mehr als 21% beträgt, darf der Anzug wegen der Brandgefahr nicht mit diesem Atemgas befüllt werden. In diesen Fällen erfolgt die Versorgung aus einem separaten Gasbehälter.

Auslassventile gibt es als manuell zu betätigende Ventile und als Automatikventile. Manuelle Ventile können relativ frei am Anzug platziert werden, sie müssen aber immer gut erreichbar sein. Ein unbeabsichtigtes Abströmen der Luft ist bei ihnen nicht möglich. Einstellbare Automatikventile sind meist auf dem (linken) Oberarm gut erreichbar angebracht. Sie können sowohl über als auch unter Wasser nach eigenen Wünschen eingestellt und verstellt werden. Bei korrekter Einstellung strömt die Luft beim Auftauchen aus dem Anzug selbsttätig ab, bisweilen muss durch Anheben des Armes oder durch eine leichte Körperdrehung nachgeholfen werden. Eine manuelle Bedienung ist aber auch immer möglich.

Sinnvoll bei Trocken- und Nasstauchanzügen sind aufgesetzte Taschen am Bein zur Unterbringung von Ausrüstungsteilen wie beispielsweise Schreibtafel, Werkzeug und Tauchermesser.

Beim Tauchen mit Trockentauchanzügen kann sich zuviel Luft in den Beinen verfangen und den Taucher dann wie mit einem sehr schnellen Fahrstuhl fußwärts an die Wasseroberfläche aufsteigen lassen. Dabei besteht die Gefahr einer Lungenüberdehnung und/oder eines Dekompressionsunfalls.

Bei einer Fehlfunktion des Einlassventils (z. B. Vereisung) kann der Anzug ebenfalls zuviel Auftrieb erhalten und der Taucher „schießt“ zu schnell und zu früh an die Oberfläche. Bleibt das Auslassventil offen stehen und ist der Taucher gleichzeitig überbleibt, besteht die Gefahr, dass er in die Tiefe abstürzt („Tauchersturz“).

Deshalb:

Eine gründliche Einweisung und Einübung in den Umgang mit Trockentauchanzügen ist unbedingt notwendig!

Der Umgang mit dem Trockentauchanzug muss in geringen Tiefen bzw. zuerst im Schwimmbad geübt werden!

Der Taucher soll folgende Übungen sicher beherrschen:

- Rolle rückwärts und vorwärts inklusive „Luft in den Beinen“ mit Entlüftung
- Verfahren bei beschädigtem Ein- und Auslassventil
- Anzug über Hals- oder Armmanschetten entlüften

Um ein „Verfangen von Luft“ in den Beinen zu vermeiden, empfiehlt sich die Verwendung von Trimm-Blei für die Füße und/oder die Verwendung von „schweren“ Flossen. In einigen Fällen kann man sich auch ein zusätzliches Ablassventil einbauen lassen, z. B. ein Schnellablassventil mit Schnur. Derartige Ventile gibt es im Handel für Taucherrettungswesten und Jackets.

Pflege des Trocken-Tauchanzuges

- Nach Tauchgängen im Seewasser von außen gut mit Süßwasser spülen (alle Salzkristalle entfernen).
- Manschetten mit Seife fettfrei machen.
- Gut trocknen lassen, aber nicht in der Sonne (UV-Strahlung schädigt das Material).
- Aufbewahrung in einem kühlen und trockenen Raum auf einem breiten Bügel oder über eine Rolle (z. B. Rohr mit einem Durchmesser > 5 cm) gelegt.
- Bei längerer Lagerung Manschetten mit Talkum einreiben.
- Am Ende der Saison oder nach längerem Einsatz Hals und Arme abdichten (Plastikflasche o. ä.) und den Anzug dann in der Badewanne mit Feinwaschmittel reinigen.

Für Forschungstaucher gilt die GUV-R 2112:

„4.3 Weiterhin sind Trockentauchanzüge aus Zellkautschuk geeignet, die so viel Auftriebaufweisen, dass sie–auch wenn sie nach einer Beschädigung mit Wasser gefüllt sind–den Taucher nach Abwerfen des Gewichtssystems an die Wasseroberfläche bringen (diese Anforderung ist für den einzelnen Taucher in Abhängigkeit mit der von ihm verwendeten Ausrüstung sicherzustellen).

5.12.3 **Vor dem Abtauchen muss der Signalmann Anzug und Ausrüstung des Tauchers auf Dichtigkeit kontrollieren."**

3.13. Tauchzubehör

3.13.1. Halbmasken, Vollmasken, Taucherhelme

Man unterscheidet zwischen folgenden Maskentypen:

- Halbmaske
- Vollmaske
- Taucherhelm

Im Bereich des Sporttauchens werden überwiegend Halbmasken benutzt, beim Berufstauchen nur Vollmasken oder Taucherhelme. Forschungstaucher benutzen überwiegend Vollmasken, in warmen, sauberen Gewässern dürfen sie im Gegensatz zu Berufstauchern auch mit Halbmasken tauchen.

Kurz- und weitsichtige Taucher können ihre Fehlsichtigkeit durch Einkleben/Einschleifen entsprechender Korrekturen im Maskenglas oder durch Halteeinrichtungen für optische Gläser innerhalb der Vollmaske/des Taucherhelms ausgleichen.

Gute Masken zeichnen sich durch ein geringes inneres Luftvolumen, doppelte Dichtlippen, einen Nasenerker zur Erleichterung des Druckausgleiches und ein gutes, verzerrungsfreies Sichtfeld aus. Die Maske muss gut sitzen. Zur Prüfung der Dichtigkeit wird die Maske ohne die Maskenbänder aufs Gesicht gedrückt. Der Taucher atmet dann tief durch die Nase ein und hält den Atem an. Wenn die Maske dann ohne Festhalten gut, dicht und angenehm sitzt, ist sie für den Taucher gut geeignet. Halbmasken werden häufig mit einer Maskenbox verkauft. Diese Maskenbox muss gut belüftet ein, um einer Pilzbildung vorzubeugen.

Gegen ein Beschlagen der Maskengläser sollte man neue Masken innen mit Zahnpasta einreiben, dann trocknen lassen und vorsichtig wieder ausreiben, dies ist mehrmals zu wiederholen. Vor jedem Tauchgang die Gläser innen mit Speichel oder Spezialmittel einreiben und ausspülen.





Auf dem Markt ist eine Vielzahl unterschiedlicher Vollmasken erhältlich. Hersteller sind u. a. die Firmen Dräger, Cressi, Interspiro, Kirby Morgan, Technisub und OceanReef. Im Bereich des Forschungstauchens wird meist mit der Vollmaske P04020 der Firma Poseidon (siehe Abbildung oben) getaucht. Diese Maske ist baugleich mit der Vollmaske Cressi M37, allerdings etwas preiswerter. Sie zeichnet sich gegenüber anderen Voll-

masken durch einen ausgeprägten Nasenerker aus.



Taucherhelme werden beim Forschungstauchen **nicht** eingesetzt. Die Richtlinien für den Einsatz von Forschungstauchern lassen die Benutzung von Helmtauchgeräten nicht zu!

3.13.2. Flossen

Für Trainingszwecke werden im Schwimmbad/Freibad meist Schuhflossen verwendet.

Im Freigewässer werden dagegen Fersenbandflossen benutzt. Diese Flossen müssen gut zum Trockentauchanzug bzw. zu den Füßlingen passen!

Von beiden Flossen sind unterschiedlichste Typen auf dem Markt. Vor dem Kauf sollte man die Flossen möglichst einmal ausprobieren. Am besten leiht man sich dazu unterschiedliche Flossentypen von Freunden/Kollegen aus.

3.13.3. Tauchermesser, Rettungsschere

Bei Tauchgängen besteht die Gefahr, dass sich der Taucher in einem Fischernetz, einer Bogenleine, einer Angelschnur oder sonstigem Tauwerk verfängt. Deshalb muss bei jedem Tauchgang ein Tauchermesser oder alternativ/zusätzlich eine Rettungsschere mitgeführt werden! Zum Tauchermesser gehört eine solide Scheide, die das Messer sicher und unverlierbar hält und gleichzeitig erlaubt, es mit einem Griff einsatzbereit zu machen.



Tiefenmesser

Beim Kauf eines mechanischen Tiefenmessers sollte man auf bestimmte Ausstattungsmerkmale achten:

- Weit gespreizte Anzeige (insbesondere im 0- bis 15-Meterbereich)
- Schleppzeiger (Anzeige der maximalen Tiefe)
- Null-Justierung für Luftdruck

3.13.5. Taucheruhr

Taucheruhren müssen bestimmte Merkmale erfüllen:

- Verschraubbare Krone
- Mineralglas
- DIN 8306 entsprechen.
- Verstellung des Stellrings darf nur gegen den Uhrzeigersinn möglich sein.

3.13.6. Tauchcomputer

Der Einsatz von Tauchcomputern ist derzeit für Forschungstaucher an Stelle der Verwendung der gültigen Austausch Tabellen nicht erlaubt. Als zusätzliche Ausrüstung aber durchaus erwünscht. Die Warnungen des Tauchcomputers sind dabei immer zu beachten!

Tauchcomputer sollten möglichst Wassertemperatur und Arbeitsleistung des Tauchers berücksichtigen.

3.13.7. Taucherschutzhelm

Bei Tauchereinsätzen in Höhlen ist häufig das Tragen eines Taucherschutzhelmes notwendig.

3.13.8. Taucherkompass

Beim Sporttauchen ist der Taucherkompass ein sicherheitsrelevantes Ausrüstungsteil.

Beim Forschungs- und Berufstauchen erfolgt dagegen die Orientierung in der Regel mit Hilfe der Signal- oder Telefonleine.



3.13.9. Unterwasserlampen

Lampen und Reflektoren unterscheiden sich in:

- Halogenlampe / Glühwendellampe / Sealed-Beam-Lampen / Xenon-Hochleistungslampe
- Spannung [Volt]
- Leistung [Watt]
- Lichtstärke [cd]
- Lichtaustrittswinkel (horizontal/vertikal)
- Abstrahlcharakteristik (-formen):
 - a. helles gebündeltes Licht (Punktstrahler, "Spot")
 - b. schwächeres, großflächiges Licht (Breitstrahler, "Flood")
- Lebensdauer

Es gibt Unterwasserlampen mit Kunststoffscheiben und solche mit Glasscheiben. Bei Kunststoffscheiben ist auf einen hohen Schmelzpunkt zu achten. Sie sollten nur unter Wasser betrieben werden, da sonst die Scheibe porös wird und früher oder später bricht. Bei Glasscheiben ist besonders wichtig, dass sie hohe Temperaturdifferenzen aushalten können (Sprung ins kalte Wasser). Die Temperaturdifferenz ist geringer, wenn auf ein Einschalten der Lampe vor dem Tauchgang (an Bord/Land) verzichtet wird. Entsprechende Hinweise in den Betriebsanleitungen sollten stets beachtet werden.

Lampen mit einer Einrichtung zur stufenweisen Schaltung der Leistung ermöglichen eine Schonung von Halogenlampen (eine Mindestspannung ist für Halogenlampen aber notwendig, ansonsten verkürzt man ihre Lebensdauer). Mit diesem Leistungsbegrenzer lässt sich außerdem der Energieverbrauch sparsam den jeweiligen Einsatzbedingungen anpassen. Lampen mit NiCd-Akkus verfügen teilweise über eine sinnvolle elektronische Spannungskontrolle: durch Blinken (An/Aus) wird angezeigt, dass die Akkuspannung ihren Sollwert unterschritten hat. Bei einigen Lampen wird der Ladezustand/Betriebszustand durch eine grün/rot Leuchtdiode angezeigt.

Die Bedienung der Lampe muss bei Taucheinsätze in kühleren Gewässern auch noch mit Drei-Finger-Handschuhen aus 7 mm dicken Zellkautschuk möglich sein.

Die Lampe sollte mit einer Transportsicherung ausgerüstet sein, die ein versehentliches Einschalten verhindert (Gefahr von Bränden). Alternativ und beim Transport auf Flugreisen ist auch das Herausnehmen der Batterien/Akkus/Lampen möglich.

Zur Sicherung gegen Verlust muss die Lampe an der Ausrüstung (z. B. Flaschenbegurtung) befestigt werden. Nur Lampen mit positivem Auftrieb können nach Verlust möglicherweise an der Wasseroberfläche wieder gefunden werden.

Eine Ersatzbirne sollte ständig mitgeführt werden, möglichst im Lampengehäuse.

Die Lampe nach Tauchgängen im Meer immer mit Süßwasser spülen.

Runddichtringe ("O-Ringe") gelegentlich fetten, dabei auf Sauberkeit achten.

Für die Energieversorgung von Unterwasserlampen werden elektrochemische Stromquellen verschiedener Art eingesetzt:

- Zink-Kohle-Batterie
- Alkaline Batterie
- Alkali-Mangan-Batterie
- Lithium Batterie

- Nickel-Cadmium-Akku
- Nickel-Cadmium-Akku "AccuPlus" (Varta)
- Nickel-Metall-Hydrid-Akku (Nickel-Hydrid-Akku)
- "AccuCell" (Alkali-Mangan-Akku)
- Blei-Gel-Akku

Batterien mit Quecksilberanteilen sollten aus Umweltschutzgründen nicht mehr verwendet werden.

Der Begriff "Akku" ist das Kurzwort für Akkumulator. Unter einem Akkumulator versteht man einen wiederaufladbaren Sammler zum Speichern elektrischer Energie in chemischer Form.

Die Begriffe "Batterie" und "Akku" sind bei sauberem Sprachgebrauch nicht austauschbar. Batterien werden auch als Primärzellen (-elementen) bezeichnet, Akkumulatoren dagegen als Sekundärzellen (-elemente).

Beim unsachgemäßen Laden (z. B. Überladung, Kurzschluss) kann es insbesondere bei Bleigel-Akkus zur Gasbildung (Ausgasen) kommen. Es entsteht dabei Knallgas, ein Gemisch aus Wasserstoff (oder anderen brennbaren Gasen) und Sauerstoff, das nach Zündung explosionsartig verbrennt. Blei-Gel-Akkus sollten deshalb grundsätzlich nur mit geöffnetem (belüftetem) Lampengehäuse geladen werden.

Zur Bildung von Gasen und damit zu einem Überdruck im geschlossenen Lampengehäuse kann es auch nach Salzwassereinbruch kommen. Es findet eine Elektrolyse statt. Immer, wenn Gleichstrom durch eine Elektrolytlösung (hier: Salzwasser) fließt, laufen physikalisch-chemische Vorgänge ab, die zur stofflichen Umsetzung führen. Beispielsweise kann ein Akku oder eine Batterie mit einer Kapazität von 5 Amperestunden und einer Spannung größer 4 Volt durch Elektrolyse bis zu 4 Liter Gas produzieren. Beim Austauschen und der damit verbundenen Abnahme des Umgebungsdruckes kommt es u. U. zum Bersten des Lampengehäuses. Beim Öffnen von Unterwasserlampen ist das Gehäuse so zu halten, dass bei einer möglichen explosionsartigen Gasfreisetzung weder Lampendeckel noch die Säure jemanden verletzen kann.

Die maximale Brenndauer einer Unterwasserlampe lässt sich nach folgender Formel be-

rechnen:

$$\text{Brenndauer} = (\text{Kapazität [Ah]} \times \text{Spannung [Volt]}) / \text{Leistung [Watt]}$$

Beispiel:

Wie lange brennt eine Unterwasser-Lampe folgenden Typs?

Akku: Spannung = 6 Volt
Kapazität = 5 Amperestunden

Lampe: Spannung = 6 Volt
Leistung = 50 Watt

Brenndauer = (Kapazität [Ah] x Spannung [Volt]) / Leistung [Watt]

$$\begin{aligned} &= (5 \text{ [Ah]} \times 6 \text{ [Volt]}) / 50 \text{ [Watt]} \\ &= 30 / 50 \text{ [h]} \\ &= 0,6 \text{ [h]} \end{aligned}$$

d.h. die Lampe brennt ca. 36 Minuten

Die folgenden zwei Abbildungen zeigen eine Unterwasserlampe des Herstellers „Kowalski“. Diese Lampe zeichnet sich dadurch aus, dass ein Laden ohne Öffnen des Gehäuses möglich ist. Dadurch wird die Gefahr eines Wassereintriches deutlich reduziert.



Das Luftfahrt-Bundesamt informiert.....

Aus aktuellem Anlass weist das LBA besonders auf die Beachtung der folgenden Vorschriften hin:

BATTERIEBETRIEBENE GERÄTE (insbesondere **Taucherlampen / Videolampen**) sind **GEFAHRGUT** und dürfen sich als solches **generell nicht** im Passagiergepäck befinden. Ausgenommen sind solche Geräte, bei denen die **Leuchtquelle** (meist Halogenbirnen) oder die **Energiequelle** (Batterie/n) **entnommen** ist. In diesem Falle ist die Mitnahme - mit Zustimmung des Luftfahrtunternehmens - im Handgepäck zulässig (siehe IATA - DGR 2.3.3.2) .

3.13.10. Taucherbleigewichte, Gewichtsgürtel

Bleigürtel und Bleisorten gibt es in unterschiedlichen Formen und Gewichten. Der Taucher sollte soviel Bleigewichte mitführen, das er in 3 m Tiefe gut austariert ist.



Von der Firma DRÄGER werden Klemm-Bleigewichte angeboten (siehe drei Photos unten). Diese Bleigewichte lassen sich schnell zusätzlich montieren bzw. auch demontieren.



Die Bleigewichte sollten mit **Gewichtsstopperschnallen** auf dem Gurt fixiert werden um ein Verrutschen und/oder Verlieren zu verhindern.

Die **Anordnung erfolgt symmetrisch der Körperlängsachse**, wobei der Bereich auf der Wirbelsäule (unter der Druckluftflasche) möglichst frei bleiben sollte.

3.13.11. Signalmittel



Diese Abbildung zeigt einen Unterwasserblitz und einen Unterwasserleuchtstab.

Beide Zubehörteile sind bei Nachtauchgängen wichtige Ausrüstungsgegenstände.

3.13.12. Taucherhandschuhe

Taucherhandschuhe werden unterschieden in:

- 3-Fingerhandschuhe
- 5-Fingerhandschuhe
- Fäustlinge

Fäustlinge bieten bei gleicher Materialstärke den größten Wärmeschutz, 5-Fingerhandschuhe dagegen den geringsten. Wie bei den Taucheranzügen gibt es die Ausführungen nass, halbtrocken und trocken.



