

LEHRHEFT
für die
Taucherausbildung

Wartung und Pflege
von Drucklufttauchergeräten

Teil 2

PRÄSIDIUM DES TAUCHERSPORTKLUBS DER DDR

Wartung und Pflege

von Drucklufttauchergeräten

Teil 2

Erarbeitet im Auftrag des Zentralvorstandes der Gesellschaft für Sport
und Technik durch

Ing. Helmut Schaaf

Ing. Günter Schumann

Ing. Jörg Zimmermann

Zeichnungen: Ing. Ernst Wischer

Fotos: Autoren und
Günter Dreiuicker

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
8. Tragegestelle	5
8.1 Allgemeines, Anforderungen	5
8.2 Begurtung	8
8.3 Verschlüsse und Schnallen	8
8.4 Schellen	10
8.5 Tragegestelle für Einflaschengeräte	10
8.6 Tragegestelle für Mehrflaschengeräte	12
8.7 Tragegestelle für den Leistungssport	12
8.8 Auftriebskörper	14
8.9 T-Stücke	14
9. Druckluftvorratsbehälter-Flaschen	16
9.1 Werkstoffe, Abmessungen	16
9.2 Kennzeichnung	16
9.3 Prüfungen	17
9.4 Korrosionsschutz	18
9.5 Wartung und Pflege	19
10. Ventile	24
10.1 Allgemeines	24
10.2 Aufbau und Funktionsweise der MEDI-Ventile	25
10.3 Wartung und Pflege	27
11. Kontroll- und Sicherheitseinrichtungen	29
11.1 Manometer und Zuleitung	30
11.1.1 Anforderungen	30
11.1.2 Wartung und Pflege	33
11.1.3 Drosselschrauben	36
11.2 Reserveschaltungen	37
11.2.1 Aufbau und Wirkungsweise	38
11.2.2 Kontrolle und Überprüfung	40

	Seite
12. Konservierung und Lagerung	42
12.1 Vorbereitung zur Lagerung	42
12.2 Lagerungsbedingungen	42
13. Überprüfung, Klassifizierung und Abschreibung	44
13.1 Gesichtspunkte der Klassifizierung	44
13.2 Durchführung der Überprüfung	46
13.2.1 Baugruppe Regler	50
13.2.2 Baugruppe Tragegestelle	51
13.2.3 Baugruppe Flaschen	52
14. Korrosion	54
14.1 Begriffsbestimmungen	54
14.2 Arten der Korrosion	55
14.3 Korrosionsschutz	60
 Anhang	 63
Kontrollisten Hydromat	63
Standards	65
 Literatur	 73

8. Tragegestelle

8.1 Allgemeines, Anforderungen

Einer Baugruppe, der oft noch zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt wird, sind die Tragegestelle.

Ihre Aufgaben sind:

- die Gewährleistung eines sicheren, sich nicht selbständig verändernden und bequemen Sitzes des Gerätes am Körper des Tauchers
- die Möglichkeit des Schnellabwurfes des Gerätes mit den geringstmöglichen Handgriffen aus beliebiger Lage zuzulassen
- die sichere Halterung der Flasche bzw. die Verbindung mehrerer Flaschen ohne Einbeziehung der Ventile als tragende Elemente
- den Schutz der Ventile (bei Flaschen mit unten liegenden Ventilen) durch einen Sporn o. ä. zu übernehmen.

Außerdem sollen sie folgenden Anforderungen gerecht werden:

- korrosionssicher und wenig pflegeaufwendig sein
- einfach auf verschiedene Körpergrößen der Taucher umzustellen sein
- einen einfachen Aufbau besitzen, erweiterungsfähig (Baukastensystem) und servicefreundlich sein
- eine hohe Robustheit und Festigkeit aufweisen
- wenig abstehende Vorsprünge besitzen.

Die Unterteilung der Tragegestelle erfolgt meist nach der Anzahl und Größe der jeweils vorgesehenen Flaschen, also meist 1 bis 3 Flaschen-Tragegestelle.

Zusätzliches Unterscheidungsmerkmal ist eine bisher besonders häufig bei Einflaschengeräten verwendete Trageschale oder -bügel.

Die meist vorkommenden Bauformen besitzen stehende Flaschen (mit oben liegenden Ventilen), mit zunehmender Verwendung von Einschlauchautomaten erfolgt auch der umgekehrte Einbau mit „hängenden Ventilen“.

Diese Anordnung bietet einige Vorteile, so lassen sich die Ventile ohne akrobatisches Training jederzeit vom Taucher selbst bedienen und das Gerät neigt bei der Arbeit weniger zum Hängenbleiben an UW-Hindernissen, allerdings müssen die Ventile durch geeignete Formgebung des Tragegestells vor Beschädigungen beim Absetzen geschützt werden. (Bild 1)

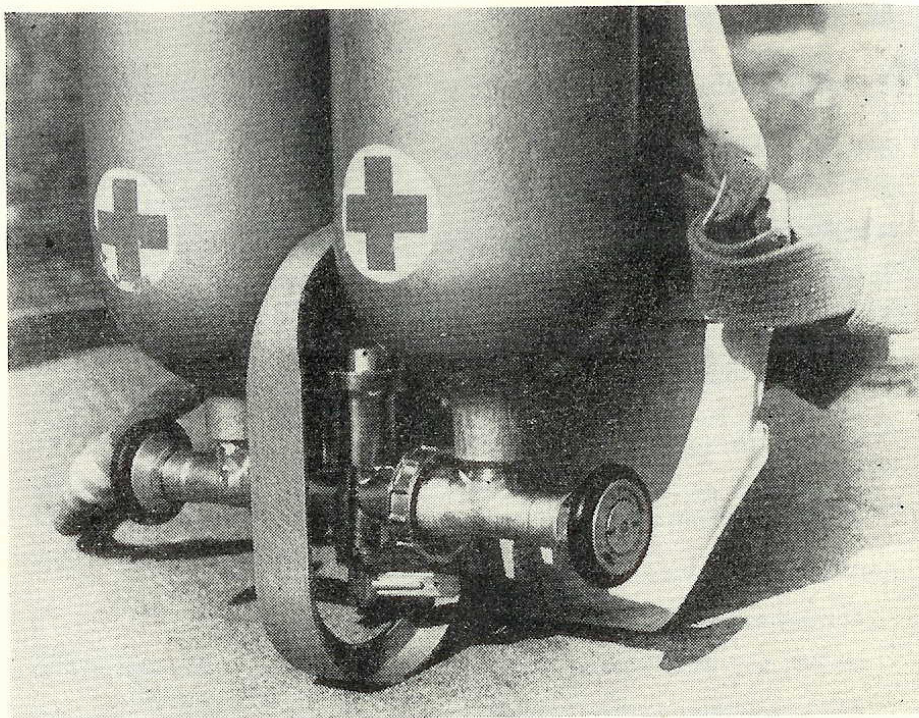


Bild 1 Sporn eines Tragegestells mit „hängenden“ Ventilen

Zu den Hauptteilen des Tragegestells zählen die

- Flaschenbefestigung (Schellen)
- Gurte
- Verschlüsse, Schnallen
- Formteile (Trageschalen, -bügel)

Im Rahmen dieses Abschnittes werden außerdem Auftriebskörper und T-Stücke (Brücken) betrachtet, obwohl sie funktionell nicht unmittelbar dazugehören.

Material

Als Material wird für die Schellen zumeist nichtrostender Stahl oder Messing verwendet, die Verschraubungen sollten dann aus dem gleichen Metall bestehen. Trageschalen werden aus GFP oder anderen hochstrapazierfähigen Plasten gefertigt, gute Modelle sieht man auch aus dünnwandigem Stahlrohr oder Al-Bandmaterial.

Für die Gurte findet Kunstfasergewebe Verwendung, es ist biegsam, fault nicht und ist zumeist nicht so rauh, daß der Geräteträger Scheuerstellen bekommt, beim Taucher heilt das, Neoprene wächst leider noch nicht wieder zu.

Weniger günstig ist daher die Verwendung von beschichtetem Gewebe oder z. B. Judogürteln wie in der Gründerzeit des Tauchsports.

Schnallen und Verschlüsse bestehen aus Metall oder Plast.

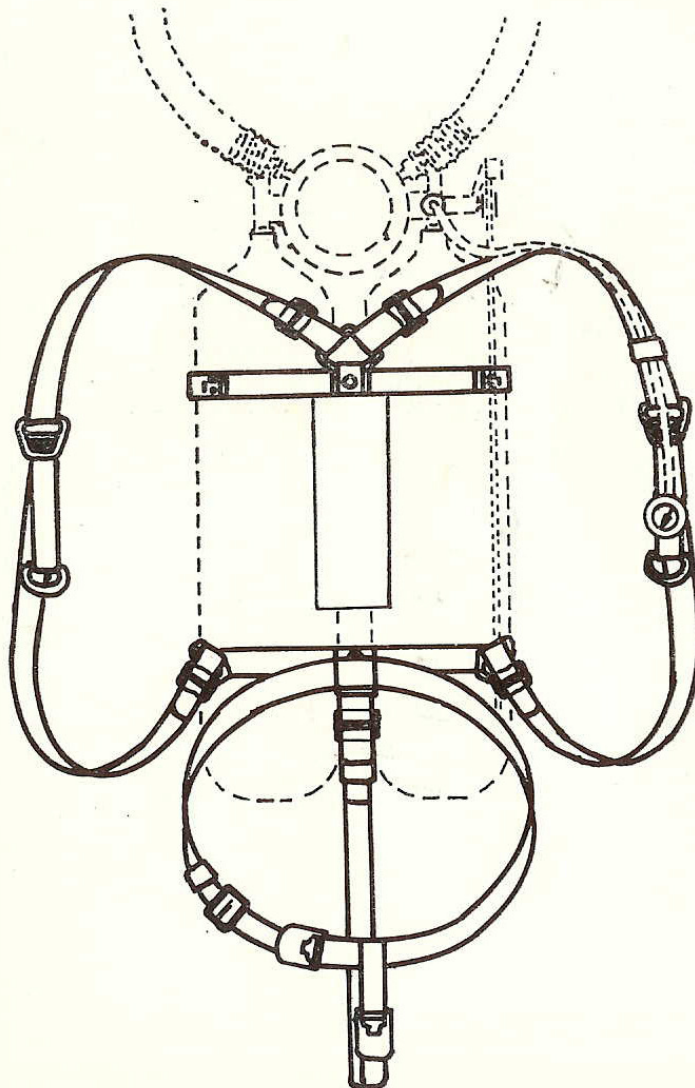


Bild 2 Hauptteile des Tragegestelles

8.2 Die Begurtung

Die Begurtung besteht grundsätzlich aus:

- Schulter- oder Tragegurten – sie müssen längenverstellbar sein und zumindest einer sollte eine Trennstelle besitzen um das Anlegen des Gerätes zu erleichtern. Besser werden beide mit einer Schnellverstellung ausgerüstet, wie sie z. B. die Hydromat-Geräte besitzen. (Bild 3) Die Breite sollte nicht weniger als $35 \div 40$ mm betragen.
- Leib- oder Bauchgurt – er verhindert das Aufschwimmen des Gerätes bei normaler Schwimmlage. Er ist über einfache Schnallen längenverstellbar und besitzt meist zusammen mit dem Reitgurt eine Schnelltrennstelle.
- Reit- oder Schrittgurt – verhindert das Aufschwimmen des Gerätes bei vertikaler Lage des Tauchers und Nackenschläge beim Springen. Sonst trifft für ihn das zum Bauchgurt beschriebene zu.

Die Befestigung der Gurte kann durch Nähen, Kleben oder mit Schnallen erfolgen, wobei letztere Variante wegen der schnellen Auswechselbarkeit die günstigste ist.

Die Gurtenden werden, wenn sie aus Kunstfaser bestehen, verschweißt, damit sie nicht ausfransen, sonst verklebt oder vernäht.

Damit die Schnallen nicht verlorengehen, kann das Gurtende ein bis zweimal eingeschlagen und dann verklebt oder vernäht werden, die Verdickung soll aber nicht größer als unbedingt notwendig gemacht werden.

Die Gurte sollen saubergehalten werden – besonders farb- und fettfrei, im Bedarfsfall (nach einer Tauchsaison in See, vor der Lagerung) gewaschen und vor dem Verpacken sorgfältig getrocknet werden.

8.3 Verschlüsse und Schnallen

Nach jahrelanger Erprobung der verschiedensten Muster beginnen sich nun Drahtbügelverschlüsse in steigendem Maße durchzusetzen. Sie sind in der Herstellung billig, bequem zu handhaben und geben dem Taucher ein Maximum an Sicherheit.

Es muß nur darauf geachtet werden, daß die Drahtstärke nicht zu gering gewählt wird, so daß der Verschuß leicht verbiegt.

Blechformverschlüsse (MEDI Hydromat, alte Ausführung) sind weniger günstig, sie öffnen sich leicht selbständig oder verkanten und müssen dann mit zwei Händen gelöst werden. Mit Neoprenehandschuhen sind sie schwer zu bedienen.

Früher häufig verwendete Zentralverschlüsse (Fallschirmschloß) ermöglichen zwar einen schnellstmöglichen Geräteabwurf, erschweren aber das

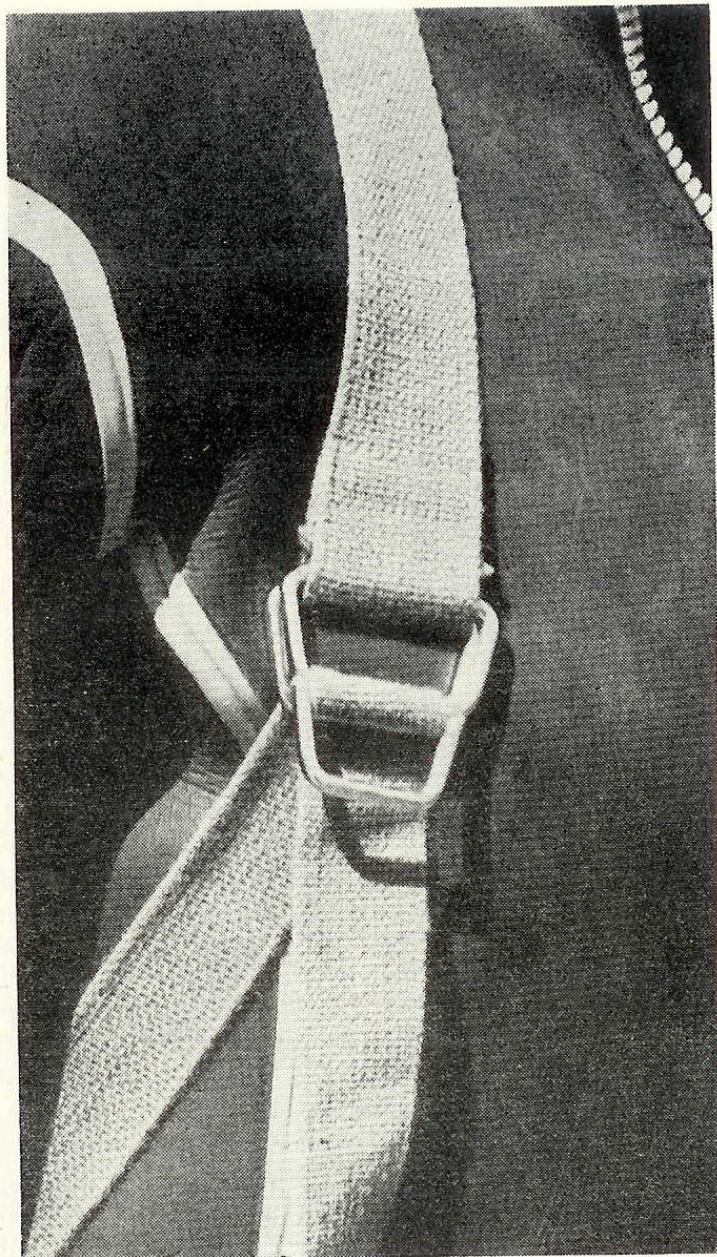


Bild 3 Schnellverstellung eines Tragegurtes (MEDI-Hydromat)

Anlegen des Gerätes stark wenn die Tragegurte mit einbezogen sind. Zudem ist ihr Aufbau relativ kompliziert und die Verwendung bis auf einige Spezialfälle nicht unbedingt wünschenswert.

Auch hier zeigt sich ein Grundsatz der Taucherei — nur das findet auf die Dauer Verwendung, was einfach, robust, zweckmäßig und daher sicher ist.

Die Wartung der Verschlüsse erstreckt sich auf das Richten eventueller Deformierungen und die Kontrolle der Leichtgängigkeit.

8.4 Die Schellen

Ihre Hauptaufgabe war eingangs beschrieben worden. Bei der Mehrzahl der Zwei- bis Dreiflaschengeräte tragen sie an schwenkbaren Ösen unmittelbar das Gurtzeug.

Bei entsprechender Materialauswahl bzw. Oberflächenschutz sind sie wartungsfrei.

Bei der Spannvorrichtung muß darauf geachtet werden, daß sie ein Verstellen der Schelle in so weiten Grenzen zuläßt, daß Flaschentoleranzen (gering), aber auch die oft sehr verschiedene Stärke von Farbschichten abgefangen wird.

Keinesfalls darf ein nicht zu überbrückender Spalt mit Stoffstreifen o. ä. ausgelegt werden, dies läßt keine sichere Halterung der Flaschen zu und begünstigt Korrosion.

Die Gurtbefestigung erfolgt an Ösen. Sind diese schwenkbar angebracht, erhöht sich die Bequemlichkeit beim Tragen des Gerätes und der Gurtverschleiß sinkt. Das setzt natürlich ihre richtige Formgebung voraus.

Wenn auch die Schellen selbst nicht korrodieren, sollten sie periodisch gelockert und verschoben werden. Zwischen Schellen und Flaschen sammelt sich Feuchtigkeit und Schmutz und führt zu verstärkter Korrosion der Flaschen.

Die Spannelemente (Spannschrauben, Gelenke) werden leicht gefettet.

8.5 Tragegestelle für Einflaschengeräte

Die sichere Befestigung der Gurte an der Flasche erfolgt durch Schellen. Die Zeit der „Verstrickung“ der Flasche in die Gurte unter Zuhilfenahme von Leinen u. ä. ist allgemein glücklicherweise vorbei. Auch hier bedingt der einmal betriebene Aufwand Sicherheit und wirkt sich nicht unerheblich auf die Bequemlichkeit des Tauchers unter Wasser aus. Ständig über die Schulter rutschende Geräte stören nun einmal bei der Arbeit und können zu Unfallursachen werden.

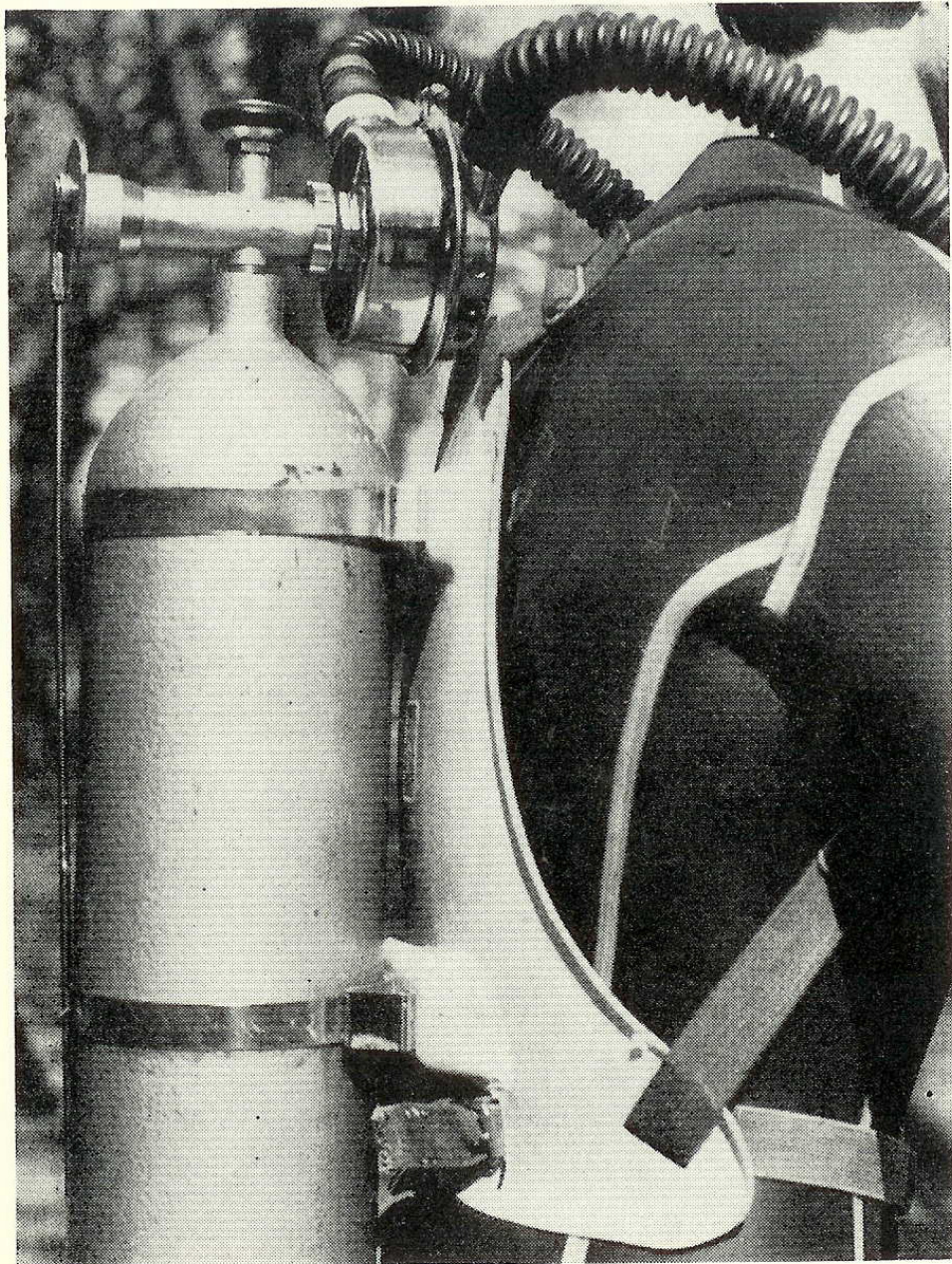


Bild 4 Schultergurtansatz bei Trageschalen

Tragschalen

Tragschalen, bisher meist nur für Einflaschengeräte verwendet, sichern ein Höchstmaß an Bequemlichkeit für den Taucher. Durch den hohen Ansatz der Schultergurte (Bild 4) sitzt der Lungenautomat nahe dem Lungenmittelpunkt, dadurch wird ein minimaler lagebedingter Atemwiderstand erzielt, weiterhin verbessert sich die Bewegungsfreiheit des Kopfes des Tauchers. Industriell werden sie meist aus GFP hergestellt. Ihr Nachteil ist die Sperrigkeit im Transport und die relativ geringe Festigkeit. Eine Schale mit Flasche darf immer nur seitlich liegend gelagert werden, so daß die Flasche die Unterlage berührt und nicht die Schale auseinanderknickt.

Dies ist besonders bei der MEDI-Schale wichtig, sonst brechen die Enden ein und die Schlitze für die Gurte reißen aus.

Beim Selbstbau hat es wenig Sinn, die unteren Enden der Schale weit nach vorn zu ziehen, der Sitz verbessert sich nur unwesentlich, während das ganze Gestell größer, sperriger und anfälliger wird.

Unter den im Selbstbau hergestellten Vorrichtungen, meist aus Stahlrohr oder Al-Bandmaterial (Bild 5), gibt es zweckmäßige, meist auch gutaussehende Gestelle, die teilweise zum Transport sogar einfach zu demonstrieren sind.

8.6 Tragegestelle für Mehrflaschengeräte

Tragegestelle für Mehrflaschengeräte entstehen aus der Kombination der Verbindungsschellen und Gurtzeug mit Schnallen.

Vorrichtungen, bei denen der Lungenautomat in die Befestigung mit einbezogen wird (MEDI 713) sind heute kaum noch in Gebrauch.

Beim Zusammenbau sollte darauf geachtet werden, daß die oberen Schellen so hoch wie möglich auf dem zylindrischen Teil der Flaschen befestigt werden, um durch den tiefen Sitz des Gerätes den im vorigen Punkt beschriebenen Effekt zu erreichen. Das ist besonders bei körperlich kleinen Tauchern notwendig, da diese sonst beim Schwimmen nicht nach vorn sehen können, weil der Regler das Beugen des Kopfes nach hinten verhindert.

8.7 Tragegestelle für den Leistungssport

Im Leistungssport werden in Abhängigkeit von der Zweckbestimmung spezielle Trage- oder Haltevorrichtungen verwendet. Sie sind meist individuell für den Wettkämpfer zugeschnitten und entsprechen seinen Körpermaßen und Gewohnheiten.

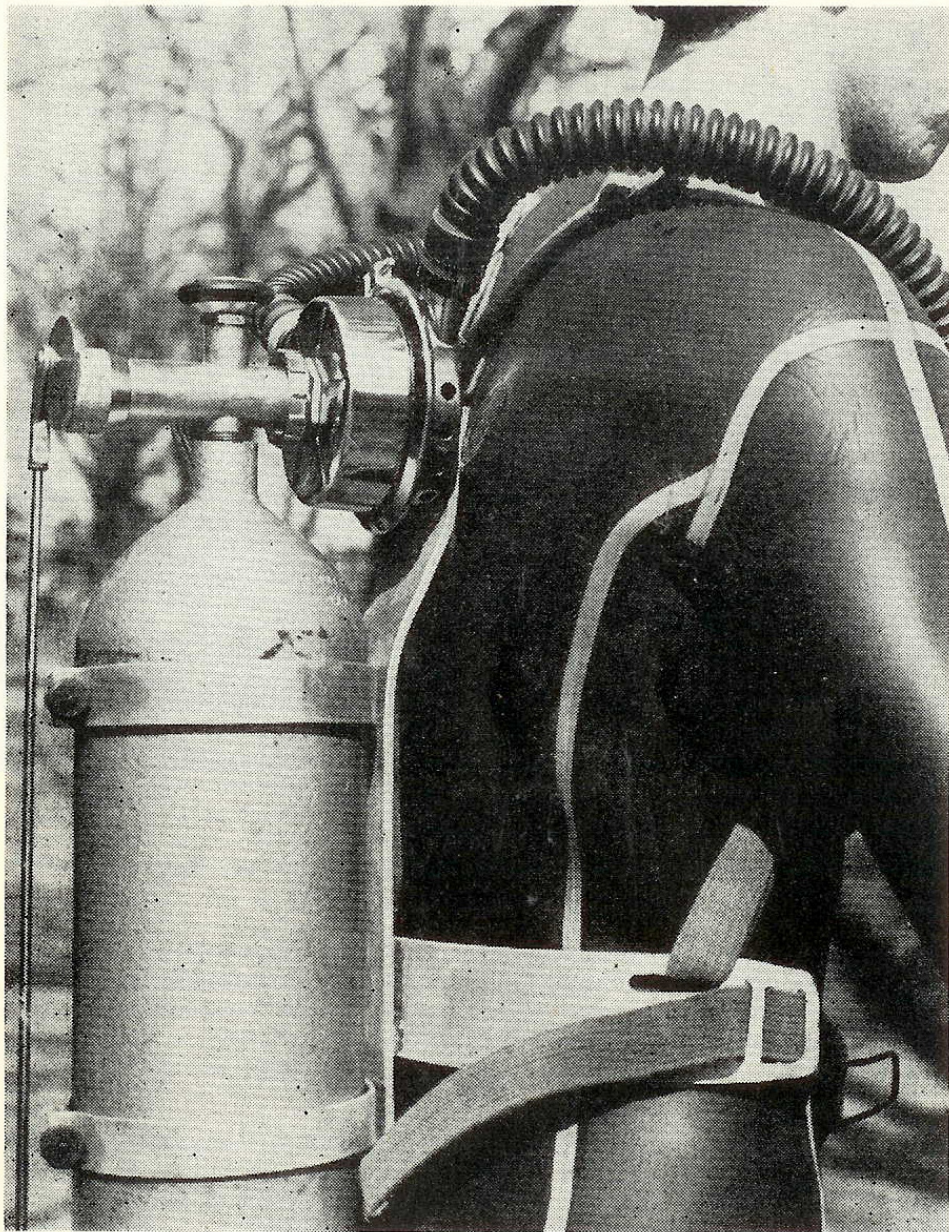


Bild 5 Eigenbau-Trageschale

8.8 Auftriebskörper

Auftriebskörper werden bei Mehrflaschengeräten verwendet. Sie sollen den Abtrieb der Geräte verringern und werden aus leichten, verschäumten Plasten (z. B. Ekazell) hergestellt.

Wird ohne sie getaucht spart man zwar Blei, erhöht aber das Risiko im Havariefall. Das individuelle Austarieren sollte daher mit dem Gewichtsgurt erfolgen, lieber mit einem Gewicht mehr als durch Weglassung des Auftriebskörpers.

Das verschäumte Material ist relativ weich, sollte also möglichst nicht als Unterlage für Schmiedearbeiten verwendet werden. Erfolgt der Zusammenbau mit frisch gestrichenen Flaschen, klebt alles oft sehr fest zusammen, die Farbschicht wird beschädigt und es kommt zu unkontrollierbarer Korrosion.

8.9 T-Stücke (Brücken)

Obwohl unter dem Abschnitt Tragegestelle eingeordnet, sind sie kein tragendes Element, dürfen nicht zur Übertragung von Belastungen zu den Flaschenventilen benutzt werden. Sie verbinden die Flaschen bzw. Flaschen und Regler druckdicht miteinander. Im allgemeinen haben sich starre Bauformen mit Sechskantmutter und Fibernichtungen durchgesetzt. O-Ringdichtungen mit Handverschraubung arbeiten hier nicht sicher genug, es sei denn, man baut in eine Seite des T-Stückes eine Kupferrohrwindung ein. Günstig macht sich der nach unten verlegte Regleranschluß bemerkbar, er unterstützt die Verlagerung des Lungenautomaten in Richtung Lungenmittelpunkt und die Kopffreiheit des Tauchers, setzt natürlich richtigen Einbau voraus.

Beim Einbau des T-Stückes erfolgt das Anziehen der Muttern mit mäßigem Kraftaufwand. Bei Undichtigkeiten wird die Ursache festgestellt, sie liegt meist in der abgenutzten oder beschädigten Fibernichtung. Sie ist leichter ausgewechselt als die durch übermäßiges weiteres Anziehen der Mutter meist entstehende Undichtigkeit im Mittelteil beseitigt werden kann.

Daß nur passende Schlüssel verwendet werden sollten, da sonst die Muttern oder auch die Regler beschädigt werden (Abrutschen), sollte eigentlich selbstverständlich sein. Außerdem läßt die Verwendung von unzuweckmäßigem Werkzeug Fleischerhaken am Sechskant entstehen, was zur Verletzung der Taucher führt.

Undichtigkeiten der Stutzen im Mittelstück werden nicht mit Rohrzangen behoben, sondern unter Verwendung von 2 Blindmutter R $\frac{5}{8}$ " bzw einer Blindmutter und einem zweiten T-Stück. (Bild 6)

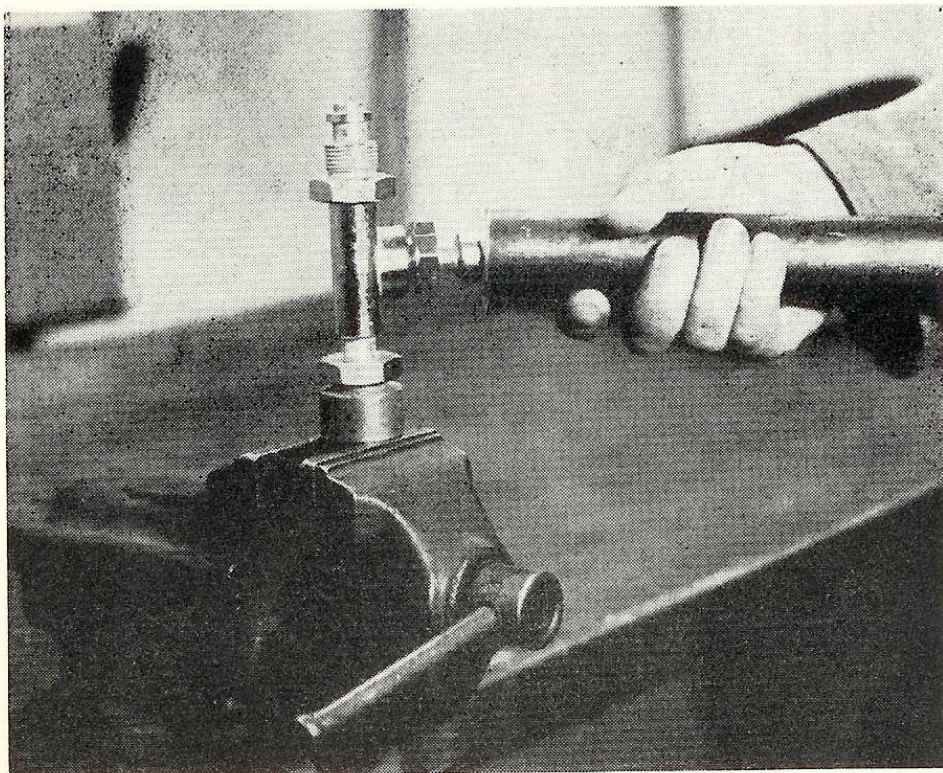


Bild 6 Reparatur T-Stück

Vor dem Festziehen wird die Kupferdichtung ausgewechselt oder weichgeglüht.

Für T-Stücke mit eingebauter Reserveschaltung trifft zusätzlich das unter Abschnitt 11.2 beschriebene zu.

Druckluftvorratsbehälter - Flaschen

9.1 Werkstoffe — Abmessungen

In den Flaschen wird der Luftvorrat gespeichert. Der Betriebs-(Anfangs)-druck beträgt heute normalerweise 200 kp/cm^2 , in naher Zukunft werden 300 kp/cm^2 als Arbeitsdruck normal sein. Als Material findet zumeist Stahl Verwendung, da es sich hierbei um legierte (hochfeste) Stähle handelt, so daß die Wandstärken gering gehalten werden können und die Behälter eine relativ geringe Masse haben, spricht man von „Leichtstahlflaschen“. Außerdem sind Aluminiumlegierungen gebräuchlich, in Zukunft dürften glasfaserverstärkte Plaste hinzukommen.

Für Tauchgeräte werden allgemein $3 \div 10 \text{ l}$ -Flaschen verwendet. Die Abmessungen sind in Tabelle 1 aufgeführt (nicht zutreffend für Al-Flaschen)

Tabelle 1

Rauminhalt (l)	Abmessungen (mm)		Masse (kg)
	ϕ	l	
1	$83 \pm 0,3$	$275 \div 310$	1,6
3	$100 \pm 0,5$	500	3,2
4	$115 \pm 0,5$	506	4,35
5	$140 \pm 0,5$	$450 \div 490$	6,0
7	$140 \pm 0,5$	590	7,50
10	$178 \pm 0,5$	545	10,6
10	$140 \pm 0,5$	870	

9.2 Kennzeichnung

Die Kennzeichnung erfolgt durch im Kopf der Flasche eingeschlagene Zahlen und Buchstaben sowie durch die normgerechte Farbgebung. (s. Anhang 3 „Standards“)

Mit Schlagbuchstaben und -zahlen muß eingeprägt sein:

- Füllgas (Preßluft)
- Rauminhalt in l
- Prüfdruck
- Betriebsdruck
- Masse

- Datum der nächsten Wasserdruckprüfung ¹⁾
(früher auch Termin der letzten Prüfung) mit TÜ-Stempel
- Herstellerzeichen, Herstellungsjahr und Nummer
- Material
- Name und Wohnort des Eigentümers
(wird bei neuerworbenen Flaschen bei Vorlage des Kaufvertrages zur ersten turnusmäßigen Überprüfung vom Prüfbetrieb eingeschlagen)
- Behälternummer des Eigentümers

Durch die Farbgebung der Flasche wird zusätzlich auf das Füllgas hingewiesen.

Bei Druckluftflaschen muß der Kopf der Flasche mindestens 100 mm breit grau gehalten sein — oder die ganze Flasche diese Farbe besitzen.

Letzteres ist wegen der schlechten Erkennbarkeit unter Wasser ungünstig. Zusätzliche Kennzeichnungen mit Rot-Kreuz oder „Atemluft“ weisen den Füllbetrieb auf die beabsichtigte Verwendung hin und sind nicht abzulehnen.

Kennzeichnungen durch Schlagbuchstaben, Körnerpunkte u. ä. dürfen nur am Flaschenkopf, keinesfalls auf dem zylindrischen Teil des Mantels erfolgen. Dieser besitzt eine so bemessene Wandstärke, daß durch die entstehende Verringerung und Kerbwirkung die Sicherheit nicht mehr gewährleistet ist und die Flasche aus dem Verkehr gezogen werden muß.

9.3 Prüfungen

Druckgasbehälter sind lt. ABAO 861/1 überwachungspflichtige Anlagen und müssen periodisch überprüft und von Abnahmeberechtigten (TÜ) zugelassen werden.

Die Prüffrist für Stahlflaschen beträgt 5 Jahre, für Aluminium und alle anderen Metalle 1 Jahr.

Dazu wird eine Wasserdruckprobe mit 1,5-fachem Betriebsdruck durchgeführt. Da Wasser inkompressibel ist, entstehen beim eventuellen Platzen keine Schäden. Außerdem wird die Flasche gewogen um eventuellen Massenverlust durch Korrosion zu erkennen.

Wie die Erfahrungen zeigen, reichen diese vom Gesetzgeber geforderten Maßnahmen oft nicht aus. Daher wird von den meisten Prüfbetrieben zusätzlich noch eine Innenbesichtigung vorgenommen um Korrosionsschäden frühzeitig zu erkennen bzw. auch Fertigungsmängel zu bemerken.

Diese Maßnahme scheint besonders auch dadurch begründet zu sein, daß Flaschen wenige Monate nach bestandener Wasserdruckprüfung beim Füllen detonierten, sogar bei Drücken die erheblich unter dem maximalen Arbeitsdruck lagen. (Bild 7)

¹⁾ bei westdeutschen Flaschen der letzten Wasserdruckprüfung

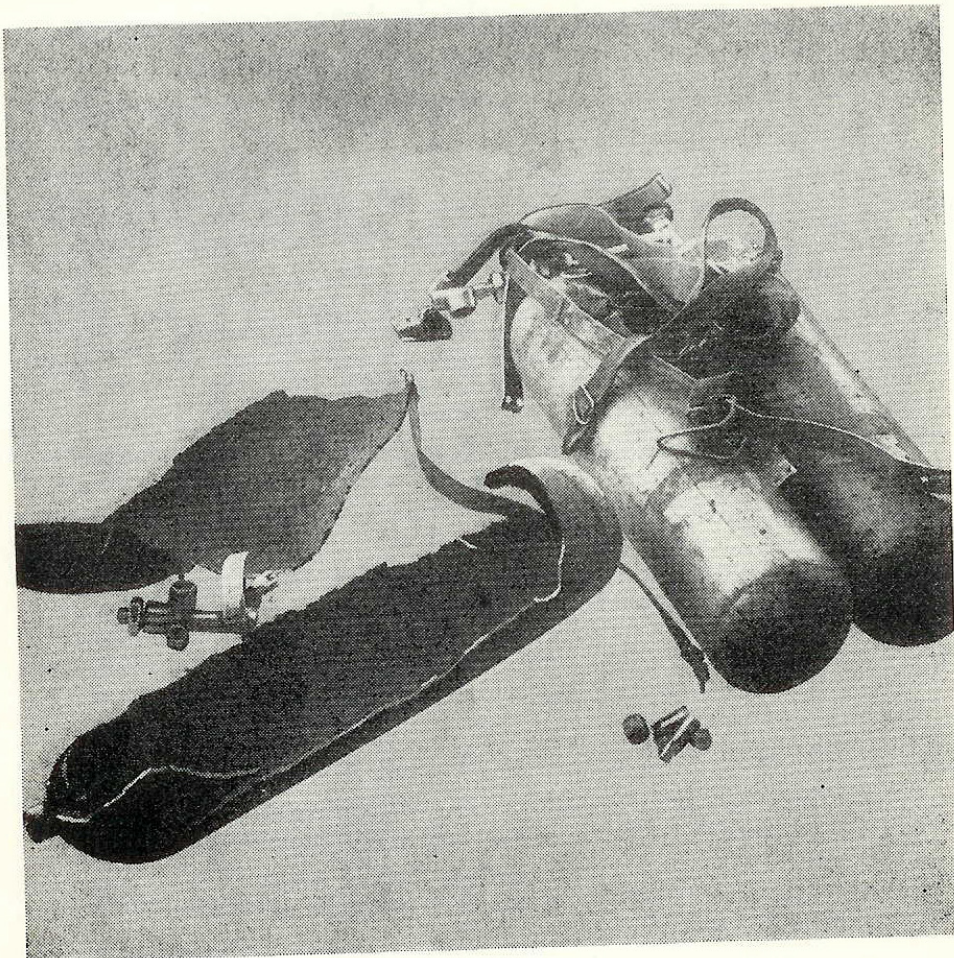


Bild 7 Zerplatzte 7-l-Flasche

Prüfungen (Wandstärkemessungen) durch Ultraschall bzw. Röntgen sind möglich, jedoch bisher sehr wenig verbreitet.

9.4 Korrosionsschutz

Die Flaschen der Tauchgeräte unterliegen ständigen Einflüssen korrosionsbegünstigender Medien. Ist der Korrosionsschutz der äußeren Oberfläche relativ einfach, verursacht der Schutz der Innenwandung oft große Schwierigkeiten.

Außen werden Flaschen durch Farbanstriche geschützt. Nach einem Rostschutzanstrich kommen Lackschichten, die gleichzeitig die Farbkennung ergeben.

Beim rauhen UW-Betrieb werden auch in Bezug auf die mechanische Festigkeit des Anstriches hohe Forderungen gestellt. Weitverbreitet ist die Verwendung von Einbrennlacken (Hammerschlag), die dieser Forderung relativ weit entgegenkommen.

Das Optimum dürfte dagegen erst durch metallische Überzüge und zusätzliche Lackierung erreicht werden. Infolge des hohen Wärmeanfalls bei der schmelzflüssigen Metallisierung (Feuerverzinken) ist dies Verfahren nicht zulässig, so daß nur das Metallspritzen übrig bleibt. (Spritzverzinken) Anschließende Lackschichten haften gut. Auf diese Weise entsteht ein hervorragender Korrosionsschutz, der allen Anforderungen gerecht wird.

Schwieriger, aber mindestens ebenso bedeutungsvoll ist der Schutz des Flascheninneren.

In die Flasche eingedrungenes Wasser (beim Füllen mit unzureichender Wasserabscheidung und Filterung bzw. beim Schwimmen mit leeren Flaschen) läßt sich nur sehr schwer wieder entfernen (siehe Abschnitt 9.5) und wirkt oft über lange Zeit zerstörend auf das Flaschenmaterial.

Je nach Lagerungsart liegend oder stehend reißt dann die Flasche längs oder im Umfang auf. Gleiche Ergebnisse sind natürlich auch zu erzielen wenn die Flasche nach der Wasserdruckprüfung nicht richtig getrocknet wurde.

Das bisher am meisten aussichtsreiche Schutzverfahren besteht in der Anwendung von speziellen Kunstharzüberzügen, die in steigendem Maße Anwendung finden. Solche Flaschen besitzen hinter der Materialkennung ein „A“ („Ausgekleidet“; 2).

9.5 Wartung und Pflege der Flaschen

Die Wartungsmaßnahmen ergeben sich im wesentlichen aus dem im vorigen Abschnitt unter „Korrosion“ beschriebenen. Beginnendes Rosten ist außen durch Farbveränderungen, Abblättern usw. frühzeitig zu erkennen und nach entsprechender Vorbereitung (Reinigen) durch Ausbessern der Lackierung zu verhindern. Nicht direkt sichtbare Stellen, besonders **unter Gummifüßen** und **Schellen** müssen periodisch besichtigt werden. (Bild 8)

²⁾ Hersteller: VEB Feuerlöschgerätekwerk Apolda

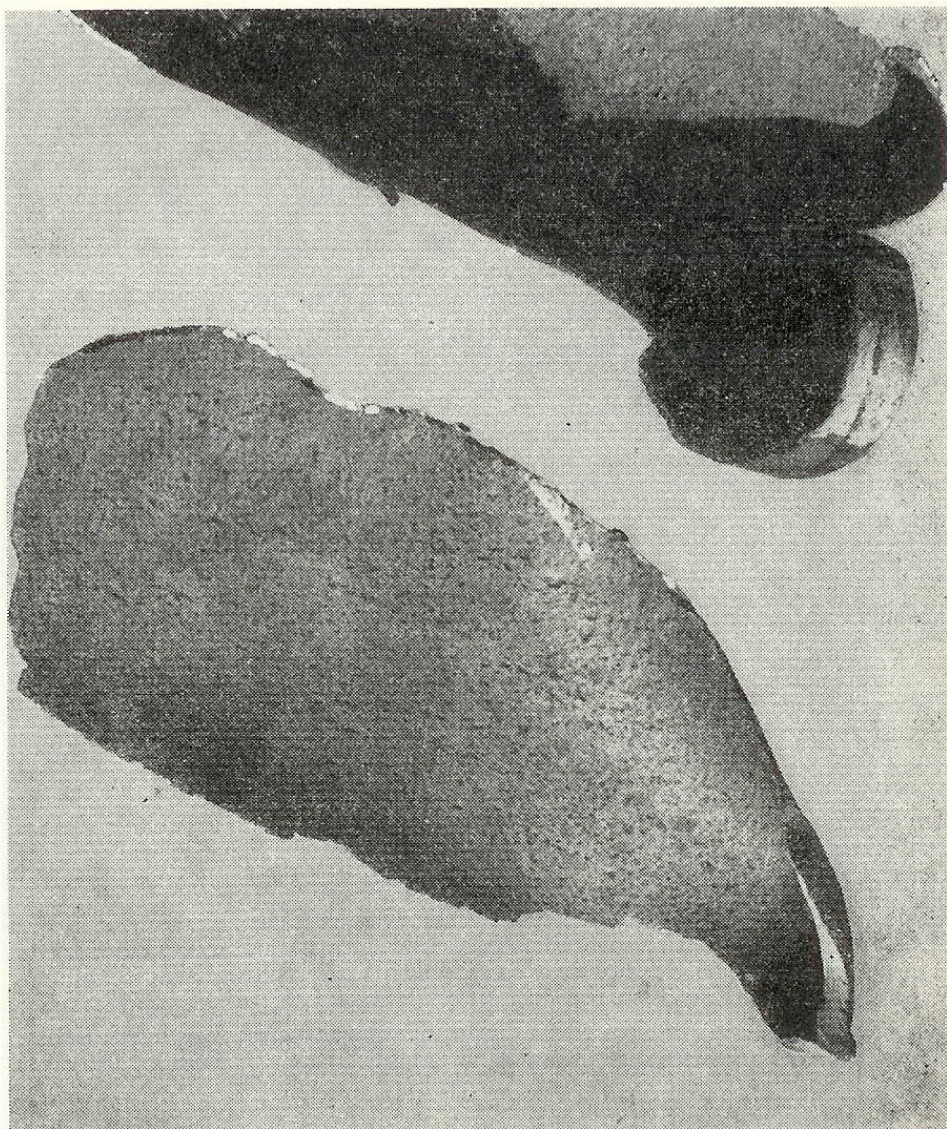


Bild 8 Korrodierte Flasche außen-innen

Bei Lackierungen, sei es zu Ausbesserungen oder vollständig, muß darauf geachtet werden, daß die Schlagzahlen und Buchstaben leserlich bleiben. Zusätzlich sollten einmal jährlich, am besten nach der Saison oder zur Vorbereitung auf Winterpause bzw. Lagerung, das Ventil herausgeschraubt, die Flasche von innen besichtigt, gereinigt und getrocknet werden.

Die dazu notwendigen Vorrichtungen erfordern keinen besonderen Aufwand und rentieren sich immer, zumal unter Berücksichtigung dessen, daß Flaschen zu den Teilen gehören, die im Schadensfall nicht zu reparieren und in der Neubeschaffung recht teuer sind.

Die Spannvorrichtung (Bild 9) besteht aus Holz, das innen zur Vermeidung von Farbschäden mit Filzstreifen o. ä. ausgeklebt werden kann.

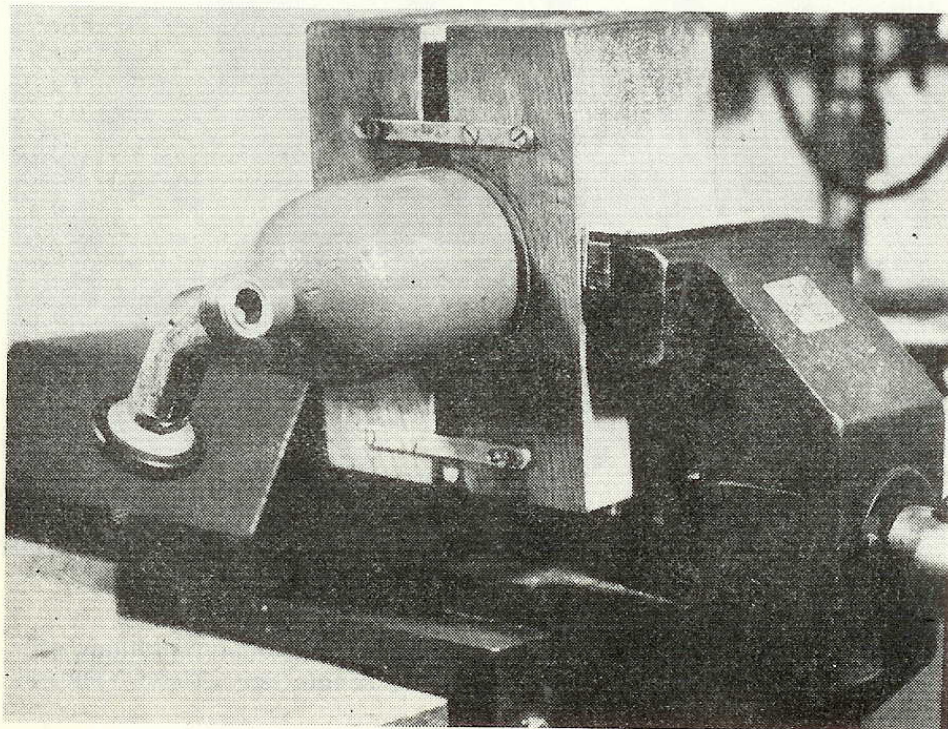


Bild 9 Spannvorrichtung

Mittels eines alten T-Stückes o. ä. Verrichtung, auf die zur Verlängerung ein Rohr gesteckt wird, läßt sich das Ventil ausschrauben.

Die Besichtigung der Flasche erfolgt unter Zuhilfenahme einer kleinen Lampe, die an einem Stab oder am Kabel bis auf den Flaschenboden herabgelassen werden kann. Bei einiger Übung sind auch beginnende, noch kleine Schäden zu erkennen.

Die Trocknung kann auf Dampfheizungen (mit Hals nach unten) erfolgen, dauert aber so meist einige Tage. Schneller läßt sie sich mit Warmluft (Fön) realisieren. (Bild 10) Provisorisch läßt sich eine Trocknung mit einigen cm³ Alkohol erreichen, nach dem Einfüllen wird die Flasche geschüttelt und das Mittel dann wieder ausgegossen.

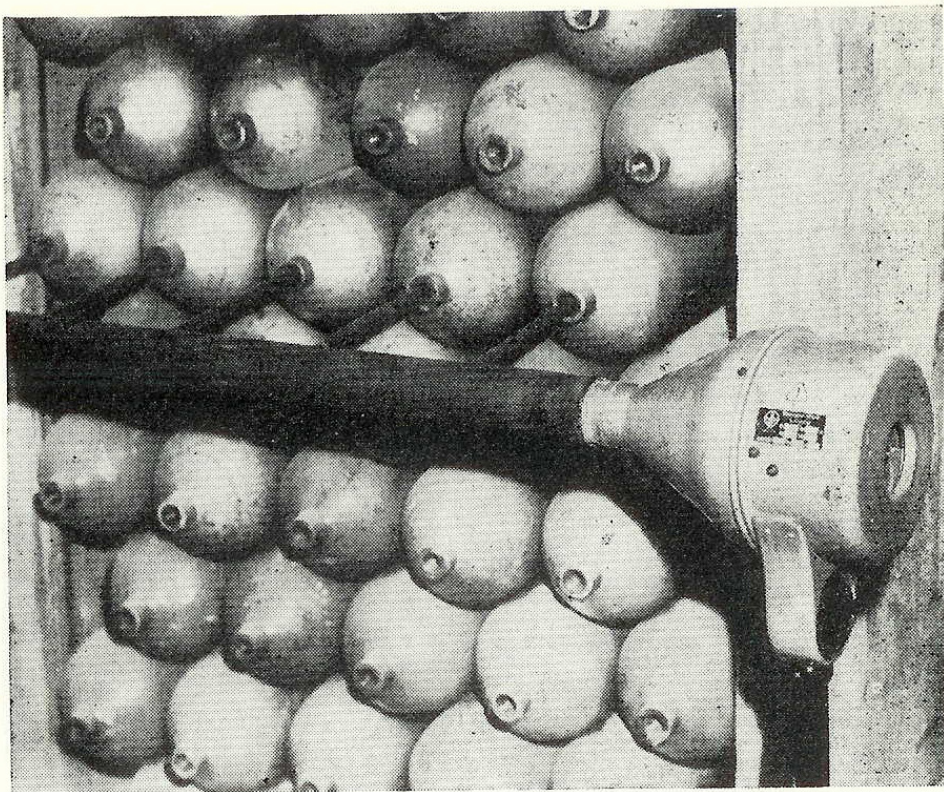


Bild 10 Anlage zum Flaschentrocknen

Vor der ersten Füllung zum Betriebsdruck sollte eine Teilfüllung mit nachfolgendem Ablassen erfolgen — sonst könnte der „Tiefen“-Rausch schon in geringer Tiefe beginnen.

Die Reinigung des Flascheninneren wird mit einem Draht (ϕ ca. 5÷7 mm) vorgenommen, an dem 3÷5 kurze Kettchen befestigt sind. Nach Einspannung dieses Stabes in eine Bohrmaschine wird die Flasche ausgeschleudert (darf nicht bei ausgekleideten Flaschen durchgeführt werden!).

Die Abdichtung des Flaschenventils beim Wiedereinbau wird durch die Kegelform des Gewindes gewährleistet und durch Dichtmittel unterstützt.

Günstigstenfalls verwendet man dazu Gewindeband (Teflonband, PTFE, 0,1 mm dick.³⁾)

Pro Ventil werden ca. 8–10 cm Band benötigt, das fest um das Ventilegewinde gewickelt wird. Danach wird das Ventil eingeschraubt, zuerst mit

³⁾ zu beziehen über VEB Chemiehandel

der Hand, dann mit der Vorrichtung zum Ausbauen. Nach einiger Zeit muß dann nochmals nachgezogen werden.

Dichtigkeit wird bei Arbeitsdruck durch Abpinseln mit Seifenwasser überprüft.

Steht kein Gewindeband zur Verfügung, kann zur Not auch mit Dichtkitt oder mit Graphit gearbeitet werden. Andere Mittel wie z. B. Wasserglas sind abzulehnen, da damit das Ventil sehr fest sitzt und beim nächsten Ausbauversuch beschädigt werden kann.

Zum Abschluß sei noch bemerkt, daß diese Arbeiten zwar keine **besondere** Ausbildung, aber doch einiges Fingerspitzengefühl verlangen.

Gerätewarte mit zwei linken Händen (soweit es solche gibt) sollten dies dann doch lieber anderen überlassen.

10. Ventile

10.1 Allgemeines

Flaschenventile sind im wesentlichen in zwei Typen im Einsatz:

- stopfbuchsenlose Spindelventile (MEDI, Dräger, Bild 11)

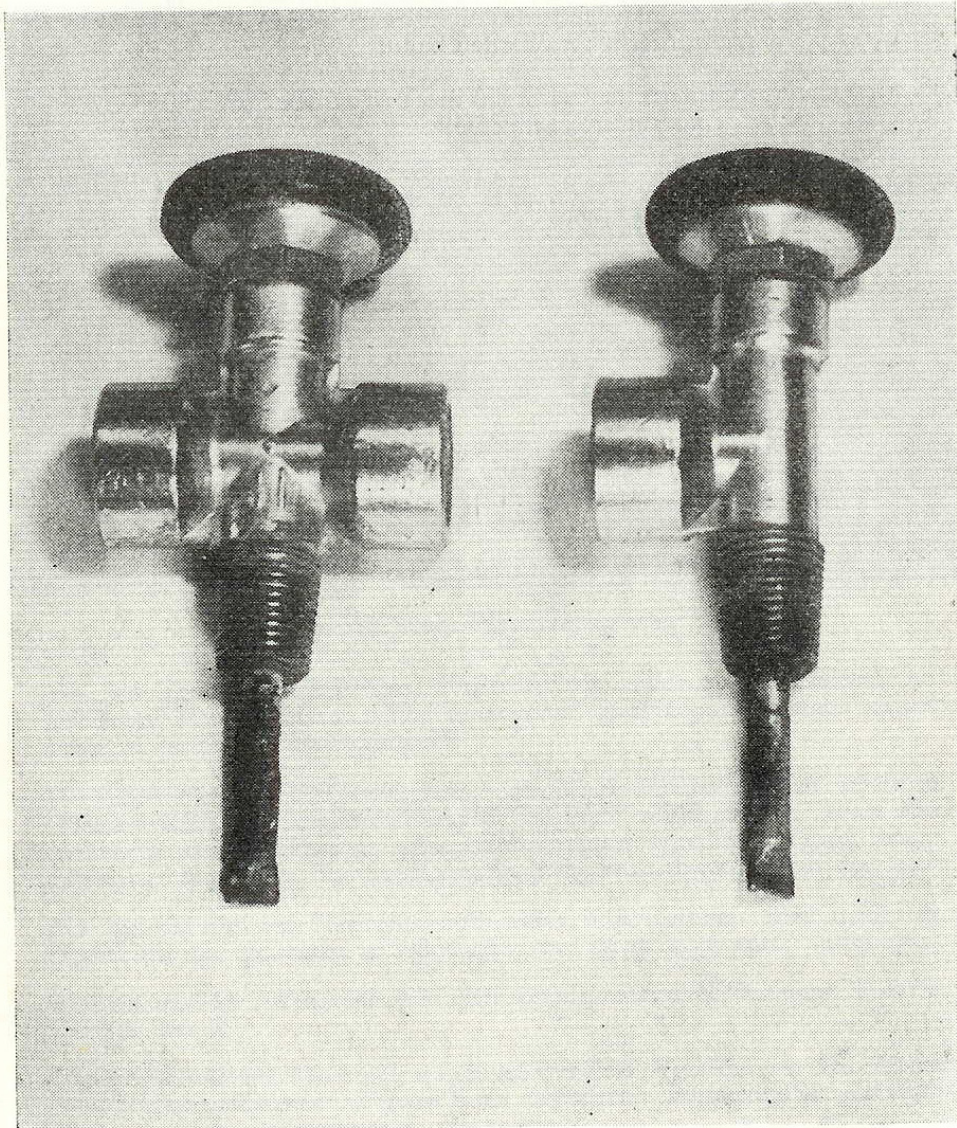


Bild 11 Ventilarten (MEDI)

— Industrieventile (mit Stopfbuchse, Bild 12)

Unabhängig davon gibt es eine Reihe von Bauformen, die im wesentlichen vom Verwendungszweck abhängen, allerdings kaum Einfluß auf das Arbeitsprinzip haben. Neben der heute zumeist anzutreffenden Standard-

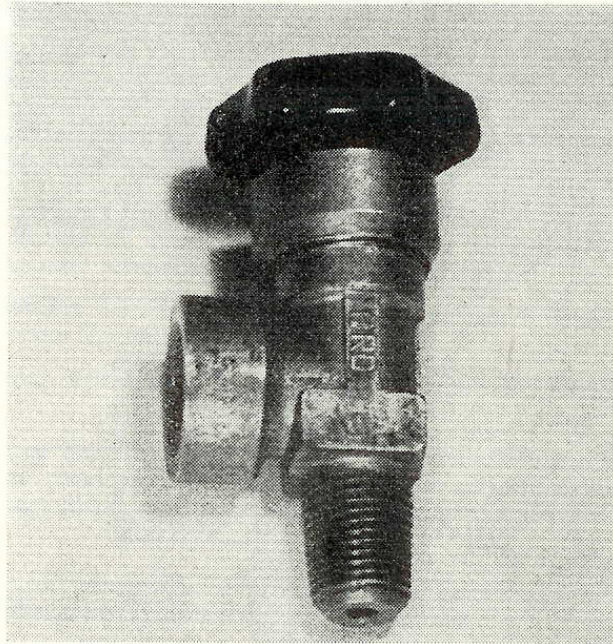


Bild 12 Ventilarten (Industrie)

form (Handradachse gleich Flaschenachse) findet man besonders an älteren 3-ltr. Flaschen Winkelventile (Handradachse senkrecht zur Flaschenachse), Ventile mit zwei Anschlüssen (Mittelflaschenventile für 3-Flaschengeräte, und Ventile, die mit Reserveschaltungen (s. Abschnitt 11.2) kombiniert sind.

Flaschenventile sollen bei allen normal vorkommenden Betriebsdrücken ein sicheres Absperren des Luftvorrates gewährleisten, dabei auch bei Maximaldruck leicht bedienbar, seewasserbeständig und wenig anfällig gegen Stöße und ähnliche rauhe Behandlung und nicht zuletzt an den Spindeldurchführungen absolut dicht sein.

Als Material findet Bronze, meist verchromt, Verwendung. Die Handräder sind mit Gummiringen gepolstert und so etwas stoßgeschützt, bei anderen Ausführungen massiv aus Gummi mit sehr griffiger Oberfläche.

10.2 Aufbau und Funktionsweise der MEDI-Ventile

Der Aufbau der Ventile geht aus Bild 13 hervor. Der Ventilkörper (Gehäuse, 1) trägt das Schutzrohr mit Sieb (2), das das Eindringen von Ver-

unreinigungen, Rost u. ä. in das Ventil verhindern soll. Im Gewinde des Gehäuses wird die Unterspindel (3) mit Dichteinsatz geführt, die sich bei Linksdrehung axial vom Ventilsitz wegbewegt und so den Luftweg freigibt.

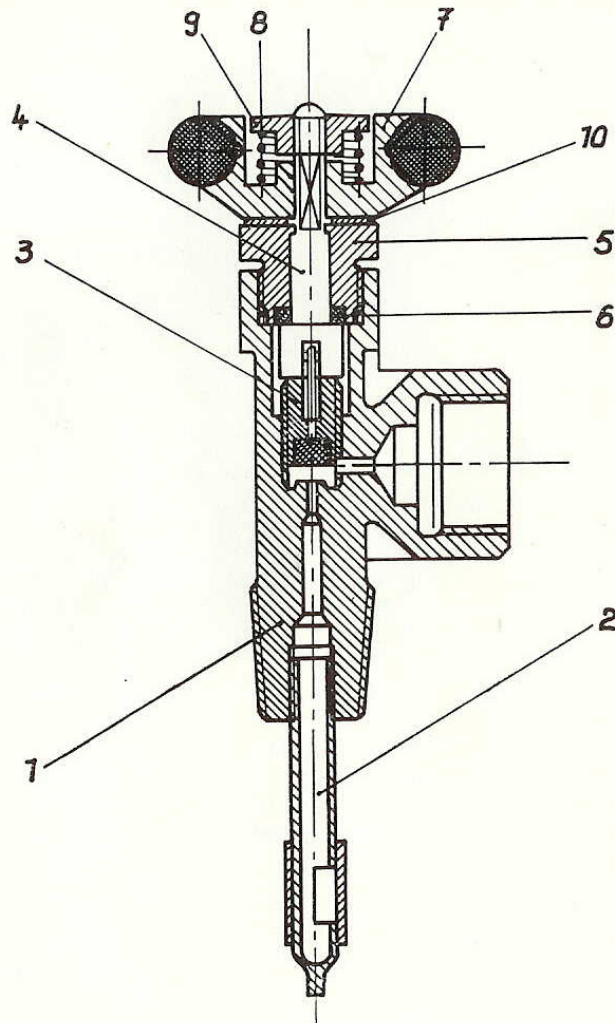


Bild 13 MEDI-Ventil

Die Drehung wird mittels Handrad (7) und Oberspindel mit Mitnehmer (Vierkant bzw. Flachmaterial) (4) auf die Unterspindel übertragen. Das axiale Spiel zwischen beiden ist so groß, daß eine ausreichende Öffnung des Ventils möglich ist.

Die Abdichtung nach außen erfolgt durch den Verschluß (5), der gleich-

zeitig die Oberspindel führt. Verschuß und Gehäuse besitzen eine rein metallische Abdichtung, Dichtigkeit an der Oberspindel wird durch die Dichtung (6) erreicht. Dazu wird durch die Druckfeder (8) zwischen Handrad und Schlitzmutter (9) die Oberspindel gegen diese Dichtung gepreßt. Um die Reibung zwischen Handrad und Verschuß zu verringern ist die Gleitscheibe (10) zwischengelegt.

Besonderheiten

Ventile dieser Ausführung sind relativ robust und funktionssicher. Ausfälle treten im wesentlichen auf durch:

- Undichtigkeiten zwischen Verschuß und Oberspindel — hervorgerufen durch ungenügend angezogene Schlitzmutter oder durch Verbiegung der Oberspindel infolge äußerer Gewalteinwirkung.
- Undichtigkeiten zwischen Verschuß und Gehäuse wegen ungenügend festgezogenem Verschuß.
- Undichtigkeit der Unterspindel nach übermäßig festem Schließen des Ventils.

Beschädigungen des Übertragungsgliedes zwischen Ober- und Unterspindel oder sogar Verschuß des Luftkanals durch ausgeplatztes Dichtungsmaterial infolge übertriebener Kraftanstrengung beim Schließen sind sehr selten.

Ventile sind Absperrorgane. Sie sind keinesfalls als tragende Elemente bei der Flaschenbefestigung zu verwenden.

10.3 Wartung und Pflege

Bei richtiger Handhabung sind die Ventile im wesentlichen wartungsfrei. Sie sollten saubergehalten werden, besonders nach dem Tauchen in Seewasser sind sie mit Süßwasser abzuspuhlen, sonst bilden sich speziell zwischen Schlitzmutter, Feder und Handrad (Aluminium) Korrosionsprodukte. Bei einzeln zu transportierenden Flaschen sollte das Anschlußgewinde durch Blindmuttern vor Beschädigung und Verschmutzung geschützt werden. Einige Aufmerksamkeit ist dem Gummiring zu widmen. Er wird mit der Zeit porös und weitet sich, besonders unter Öleinfluß, so daß ein sicheres Bedienen des Ventils speziell im Wasser nicht immer möglich ist, da sich der Ring auf dem Handrad dreht.

Auftretende Undichtigkeiten werden, nachdem die Ursache festgestellt wurde, beseitigt. Bei Undichtigkeiten der Oberspindel reicht es oft als Sofortmaßnahme, das Ventil bis zum Anschlag aufzudrehen (dabei drückt die Unterspindel die Oberspindel zusätzlich gegen die Dichtung). Ist die Spindel verbogen, kann sie nach dem Ausbau vorsichtig gerichtet werden. Es ist dabei unbedingt zu beachten, daß nur an drucklosen Flaschen gearbeitet wird!

Zur Vorbereitung auf die Lagerung, vor der Winterpause oder sonst einmal im Jahr, wird die Flasche drucklos gemacht und das Ventil auseinandergenommen. Anschließend werden Unter- und Oberspindel in Süßwasser gespült und getrocknet. Korrodierte oder mit Grünspan behaftete Teile werden 12 ÷ 24 Stunden in Speiseessig (4 %ige Essiglösung) gelegt, danach wieder abgespült und getrocknet. Es bildet sich dadurch eine unschädliche Oberflächenschicht.

Ähnlich lassen sich auch Siebe und Sinterfilter behandeln.

Das Sieb am Schutzrohr ist nach dem Abschrauben des Ventils (Abschnitt 9.5) zugänglich. Es ist bei Notwendigkeit auszuwechseln oder wie oben beschrieben zu behandeln.

11. Kontroll- und Sicherheitseinrichtungen

Kontroll- und Sicherheitseinrichtungen gewährleisten eine ständige Kontrolle des Luftvorratsdruckes oder signalisieren bestimmte Grenzwerte.

Kontrolleinrichtungen sind solche, die das Ablesen des Vorratsdruckes zu jedem beliebigen Zeitpunkt gestatten. Dies ist durch Manometer möglich, die heute üblicherweise so angeordnet sind, daß sie im Blickfeld des Tauchers liegen oder ihm leicht zugänglich sind.

Der Begriff „Finimeter“, mit dem diese Einrichtungen oft bezeichnet werden, ist eigentlich nicht ganz richtig, hat sich aber eingebürgert.

Sicherheitseinrichtungen informieren den Taucher bei Erreichen eines vorgegebenen Restdruckes durch ein- oder mehrmaliges Signal über diesen Zeitpunkt.

Dabei werden im wesentlichen Rückzugswarneinrichtungen und Reserve-schaltungen unterschieden.

Rückzugswarneinrichtungen können arbeiten

- mit **akustischer Signalisierung**

Beim Erreichen eines vorgegebenen Restdruckes ertönt bei jedem Atemzug ein Ton, z. B. durch Einschwenken einer Pfeife in den Luftstrom im LA-Ukraina I (SU) oder durch einen am Flaschenventil befestigten, durch den Druckabfall beim Einatmen gesteuerten Klöppel, der innen auf die Flaschenwandung schlägt (US-Divers),

- mit **optischer Signalisierung** — dieses Prinzip wird wegen des Aufwandes und der relativ hohen Kompliziertheit bisher nur in Mischgastauchgeräten angewandt,
- durch **Luftdrosselung** — dabei steigt mit sinkendem Vorratsdruck der Einatemwiderstand an und weist so auf die Notwendigkeit des Auftauchens hin. Dieses Verfahren ist billig zu realisieren (wird von manchen Lungenautomaten auch ungewollt erzeugt), ist aber wegen der Ungenauigkeit und der mit hohem Atemwiderstand verbundenen Gefährdung abzulehnen,
- als **tastbare mechanische Minimaldruckanzeiger** z. B. des Gerätes AWM-1-M und von Kreislaufgeräten IDA-57 u. ä.

Dabei wird vorratsdruckgesteuert über ein Membran-Feder-System bei einem einstellbaren Restdruck ein Signalstift freigegeben, dessen Lageveränderung fühlbar ist. Diese Art ist nur als zusätzliche Sicherung zu empfehlen, da der Moment der Auslösung nicht in jedem Fall gleich bemerkt wird und dann doch keine eindeutige Information über den Luftvorrat zu erhalten ist.

Reserveschaltungen signalisieren dem Taucher auf **eindeutige Weise** das zu Ende gehen des Luftvorrates zu einem Zeitpunkt, an dem noch eine

bestimmte Restluftmenge vorhanden ist. Das meist verwendete Verfahren ist dabei die Widerstandswarnung. Dabei steigt wie bei der Drosselung der Atemwiderstand allmählich an bis der Luftweg durch ein federbelastetes Ventil ganz geschlossen wird. Durch manuelle Betätigung eines Ventils oder Hebels wird ein Umgehungsweg freigegeben, so daß der Reserverluftvorrat verbraucht werden kann.

Reserveschaltungen sind dabei entweder in das Ventil einer Flasche eingebaut und wirken damit nur auf den Luftvorrat dieser Flasche — oder im Verbindungsstück, selten auch in der ersten Stufe des Lungenautomaten, die Reserverluftmenge entspricht dann dem Reservedruck multipliziert mit dem Gesamtflaschenvolumen.

11.1 Manometer und Zuleitung

11.1.1 Anforderungen

Die wesentlichsten Anforderungen, die an Manometer der Tauchgeräte gestellt werden müssen sind

- **bequeme Ablesbarkeit** unabhängig von der Körperlage des Tauchers, möglichst ohne zusätzliche Handgriffe auch bei geringen Sichtweiten und bei Dunkelheit. Dazu muß das Manometer mit einer Hochdruckleitung zur Vorderseite des Tauchers geführt werden.

Die Skala muß zumindest an den wesentlichsten Punkten 0, Reservedruck, Fülldruck ebenso wie der Zeiger mit Leuchtfarbe (fluoreszierende Stoffe) gekennzeichnet sein.

- **Genauigkeit der Anzeige**

Für den Einsatz UW werden keine Feinmeßmanometer verwendet, trotzdem sollte der Fehler der Anzeige geringstmöglich sein. Das zu erkennen setzt aber periodische Überprüfungen voraus, da erfahrungsgemäß relativ große Abweichungen (bis zu 50 kp/cm²) vorkommen können.

- **Robustheit**

Außer der notwendigen Druckfestigkeit und Wasserdichtigkeit muß das Manometer zusätzlich durch eine Gummikappe vor Stößen gesichert sein.

Für den UW-Einsatz vorgesehene Manometer sind druckwasserdicht, haben aber oft ein Überdruckventil, das bei eventuellen inneren Undichtigkeiten den Luftdruck abläßt, ohne das Manometer vollständig zu zerstören. Die Funktion dieses Ventils darf durch Verkleidungen nicht beeinträchtigt werden.

Sicherheit bei Beschädigungen

Je nach Ausführung, verwendeten Bauteilen und Beanspruchung in Einsatz und Transport kommt es relativ häufig zu Beschädigungen der Druckmesserleitung. Durch entsprechende Bemessung der Teile (Ka-

pillarschlauch oder Drossel unmittelbar am Ventil) wird die in diesem Fall ausströmende Luftmenge gering gehalten.

Schläuche mit Kapillare sind auch aus dem Grund vorteilhaft, weil bei Beschädigungen die Verletzungsgefahr (Luftembolien) geringer ist.

Bequemlichkeit der Trageweise

Um eine ständige Ablesbarkeit zu erzielen muß das Manometer in das Gesichtsfeld des Tauchers geführt werden.

Dazu sind grundsätzlich zwei Wege möglich:

- über die Schulter des Tauchers (Bild 14)

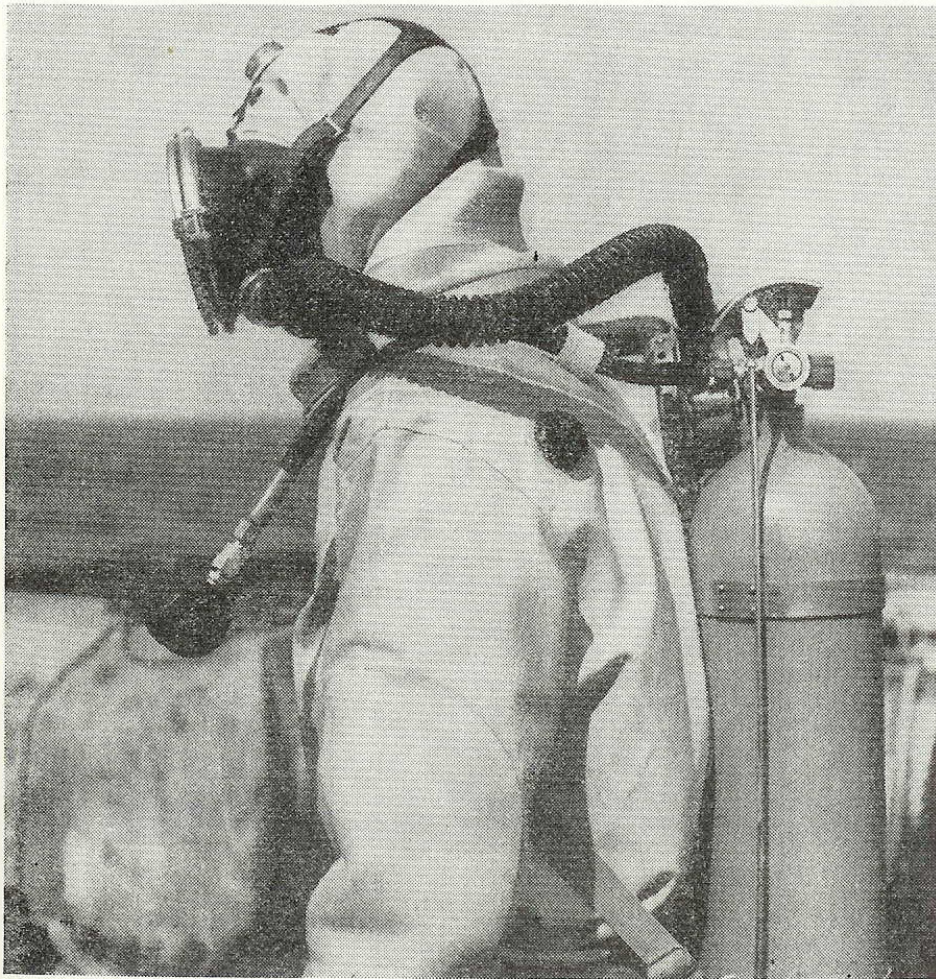


Bild 14 Manometerleitung bei Hydromat-Geräten

— entlang der Flasche zum unteren Drittel des Tragegurtes (Bild 15)

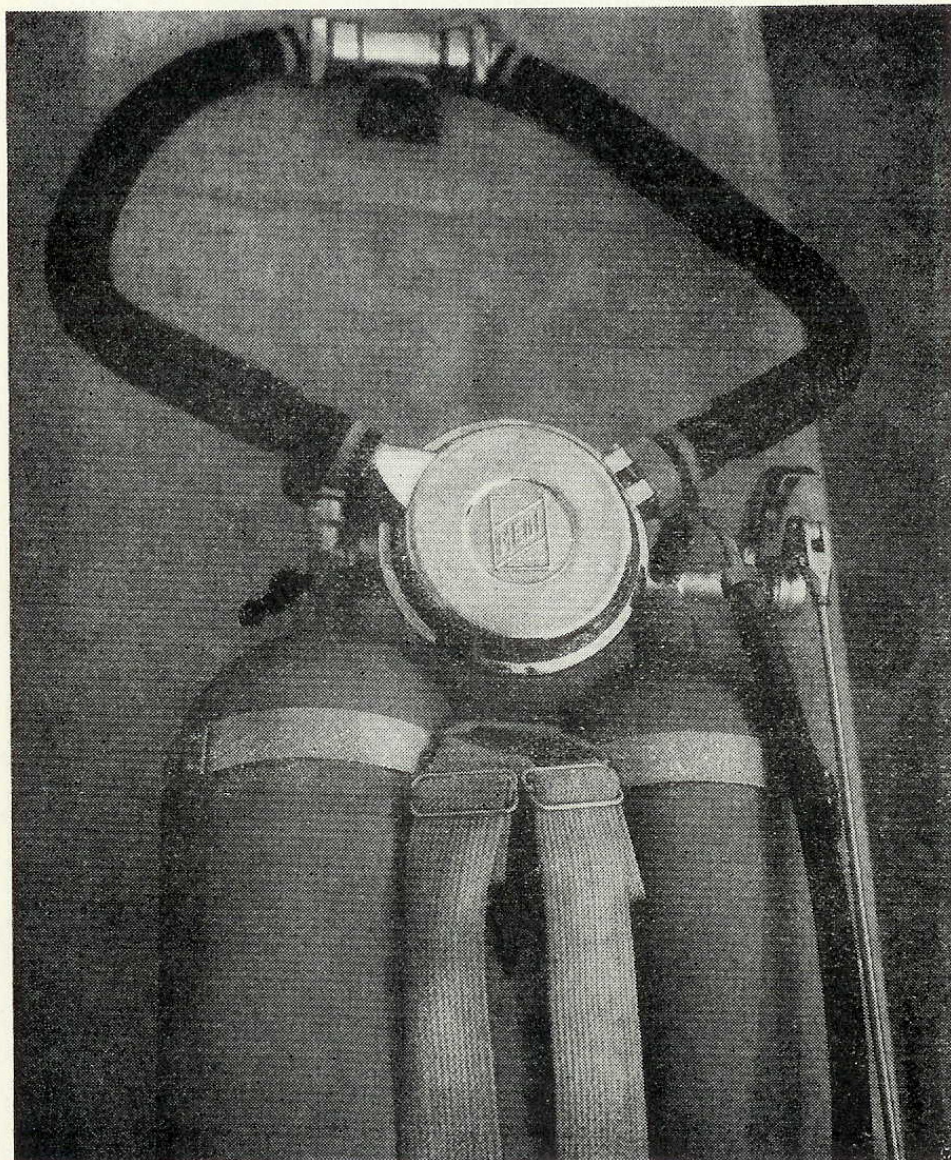


Bild 15 Manometerleitung (andere Variante)

Beide Verfahren haben Vor- und Nachteile, benötigen zum Ablesen Unterstützung durch eine Hand, trotzdem scheint die zweite Variante günstiger zu sein:

der Schlauch drückt nicht auf die Schulter, wird im Einsatz weniger deformiert und vereinfacht das Abstellen bzw. Lagern.

11.1.2. Wartung und Pflege von Manometer und Druckleitung

Die Lebensdauer dieser Teile hängt trotz der nur äußerlich möglichen Maßnahmen wesentlich vom Umgang damit und den Beanspruchungen im Einsatz und auf dem Transport ab.

Wenn es beim Manometer ausreicht in größeren Abständen die Genauigkeit des Anzeigens durch Kontrollmessung (bzw. beim Füllen durch Vergleich der Manometer) zu überprüfen, ansonsten die Teile, besonders die Gummihülle öl- und fettfrei zu halten, so ist der Leitung mehr Aufmerksamkeit zu schenken.

Höchstdruckschläuche besitzen Stahldrahtbewehrungen. Sie sind daher sehr empfindlich gegen Knickungen, Biegungen mit zu geringem Radius, Beschädigungen der äußeren Gummischicht (begünstigt das Rosten des Drahtes) und axialen Zug.

Durch Knickungen und Biegung, besonders in unmittelbarer Nähe der metallischen Endstücke, kommt es nach relativ kurzer Zeit zu Drahtbrüchen, Aufbauchungen und zum Platzen des Schlauches unter Druck. (Bild 16)

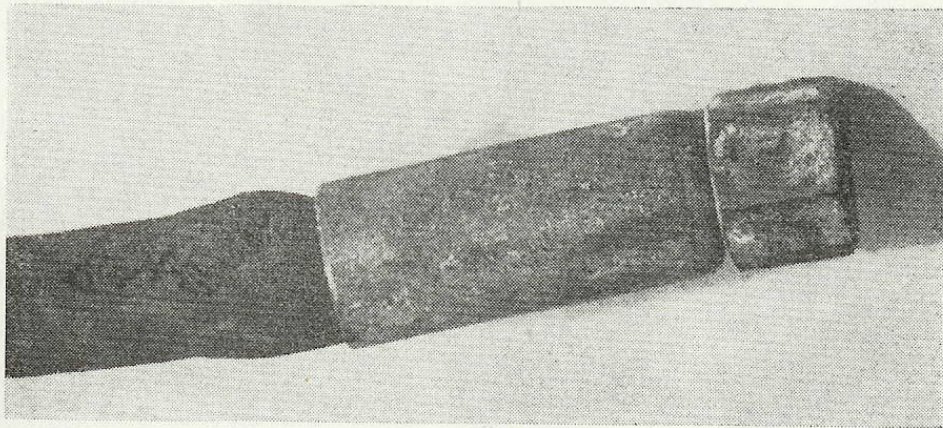


Bild 16 geplatzter Manometerschlauch

Seltener reißt der Schlauch auf dem ganzen Umfang gleichzeitig ab. Um solche Beschädigungen zu verhindern sieht man bei Hochdruckschläuchen an den Enden Abschnitte vor, die nicht flexibel als Bogen verwendet werden sollen. Diese Länge beträgt bei den für Hydromat-Tauchgeräten verwendeten Schläuchen ca. 120 mm, gemessen von der Vorderkante des Dichtkegels. Der kleinste zulässige Biegeradius des anschließenden Teils wird mit $50 \div 60$ mm angegeben.⁴⁾

⁴⁾ Werkstandard VEB Hydrauflex Plauen

Es ist erstaunlich, welche Verlängerung der Lebensdauer nur durch den zweckmäßigen Umgang erreicht wird. So betrug z. B. die Einsatzzeit von Schläuchen in der Anordnung nach Bild 15 das dreifache der nach der anderen Variante genutzten.

Besonders negativ wirken sich die Knickungen im Transport, bei der Lagerung und beim Abstellen des Gerätes aus. (Bild 17) Wenn z. B. Hydro-

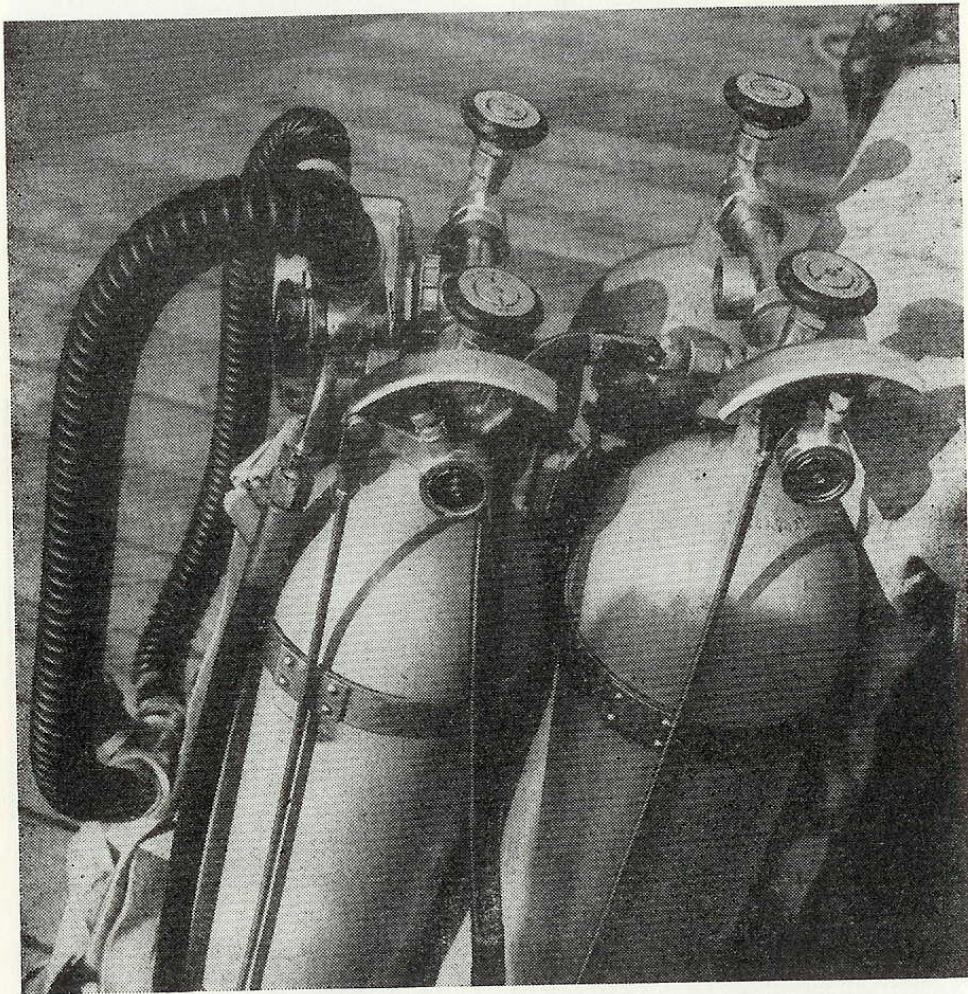


Bild 17 Manometerschlauchbeanspruchung bei abgestellten Geräten

mat-Geräte mit angeschraubtem Manometer in Transportkisten verpackt werden, geht der Deckel nur mit Mühe zu und der Manometerschlauch ist schrottreif. Um Unfälle zu vermeiden sind Schläuche mit beginnenden Aufbauchungen auszuwechseln.

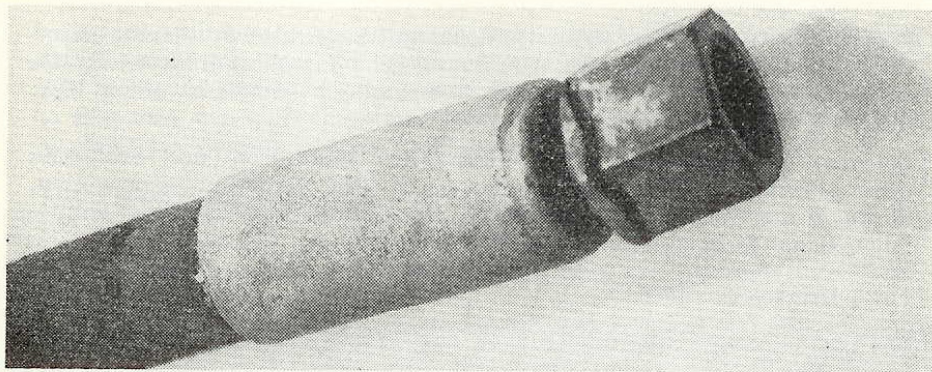


Bild 13 aufgerissene Mutter

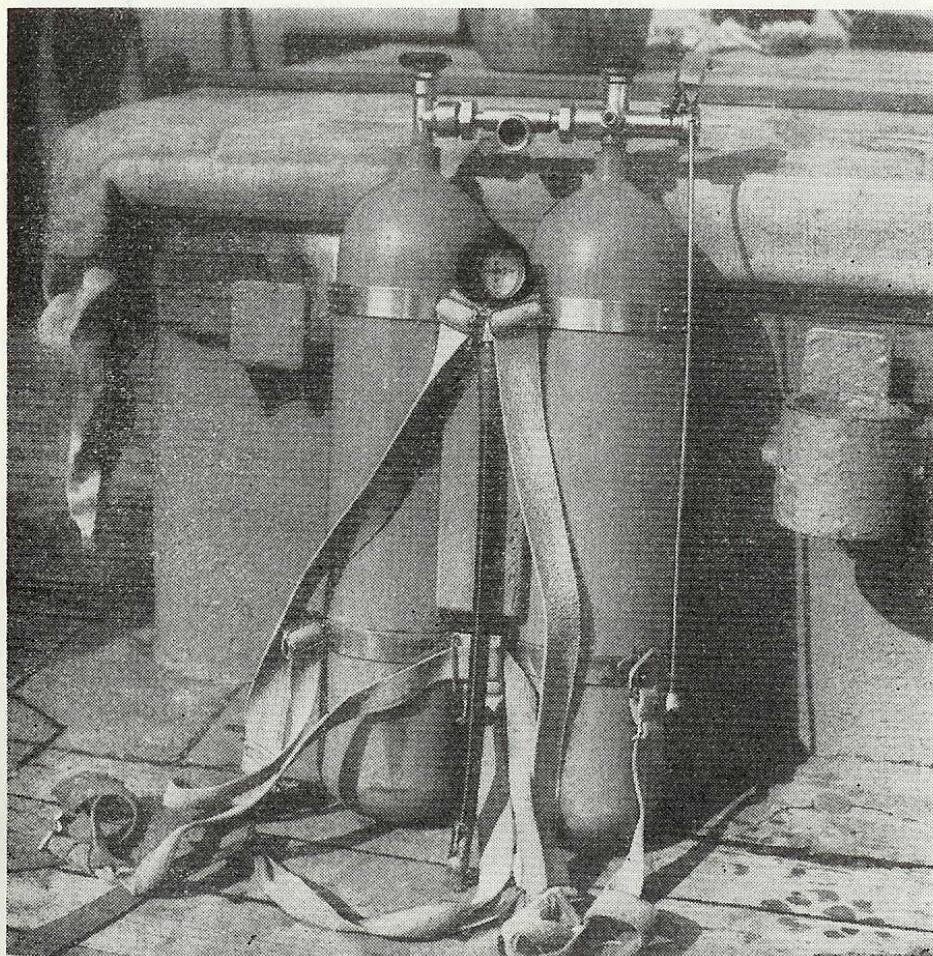


Bild 19 Transport und Aufbewahrung des Manometers

Das Anziehen der Überwurfmutter hat mit passenden Schlüsseln zu erfolgen, sind die Dichtflächen in Ordnung geht das ohne größeren Kraftaufwand. Anderenfalls können die Sechskante beschädigt werden bzw. die Muttern aufreißen. (Bild 18)

Erfolgen Transport und Aufbewahrung der Manometer und Schläuche nicht getrennt von den Tauchgeräten, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, sie durch das Gelenk des Tragegestells (Bild 19) zu stecken und so unmittelbar beim Gerät zu haben.

11.1.3 Drosselschrauben

Um die bei Schlauchbeschädigungen ausströmende Luftmenge gering zu halten, wird bei Hydromat-Tauchgeräten eine Drossel zwischen Flaschenventil und Schlauch eingebaut, die nur eine ganz feine Bohrung besitzt. Die Drossel wird im Ventil durch eine Kupferdichtung abgedichtet und löst sich im Normalfall nur, wenn der Manometerschlauch nach zu starkem Anziehen abgeschraubt werden soll. Vor dem erneuten Festziehen der Drosselschraube ist die Dichtung zu wechseln oder weichzuglühn, das

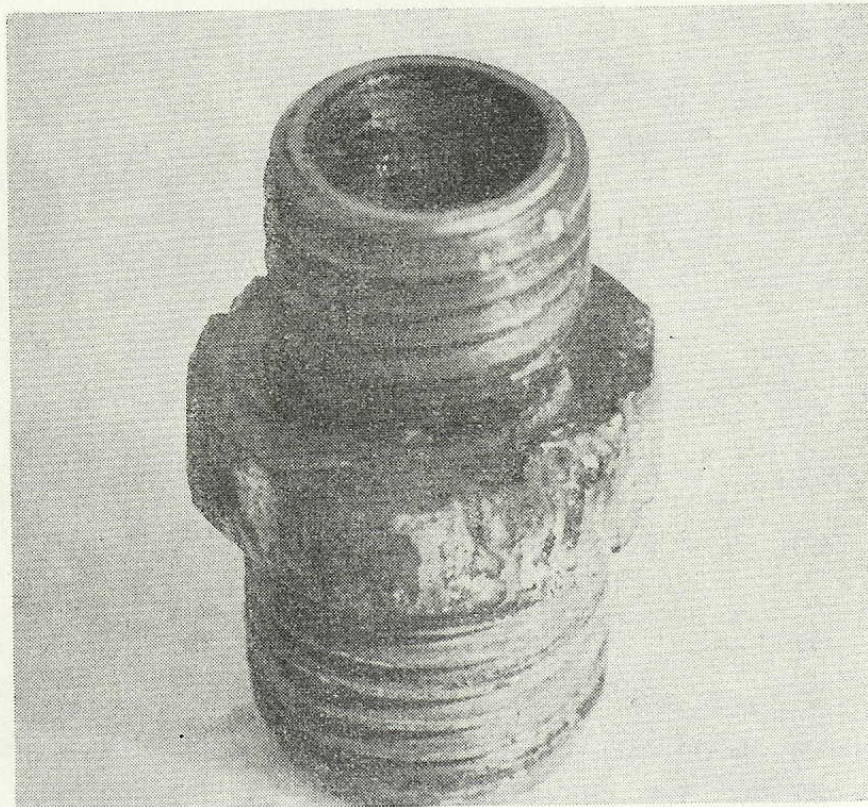


Bild 20 beschädigte Drosselschraube

Anziehen erfolgt am günstigsten mit einem Ringschlüssel. Die Ergebnisse der Verwendung von Rohrzangen u. ä. unpassendem Werkzeug zeigt Bild 20. Sollte es einmal erforderlich werden den Anschluß dichtzusetzen, so sägt man von einem unbrauchbaren Manometerschlauch einen Stutzen ab, lötet die Öffnung hart zu und schraubt diesen Blindverschluß auf.

11.2 Reserveschaltungen

Das Wirkungsprinzip der Reserveschaltungen ist im wesentlichen bei allen Typen gleich. Durch den Luftvorratsdruck muß ein federbelastetes Ven-

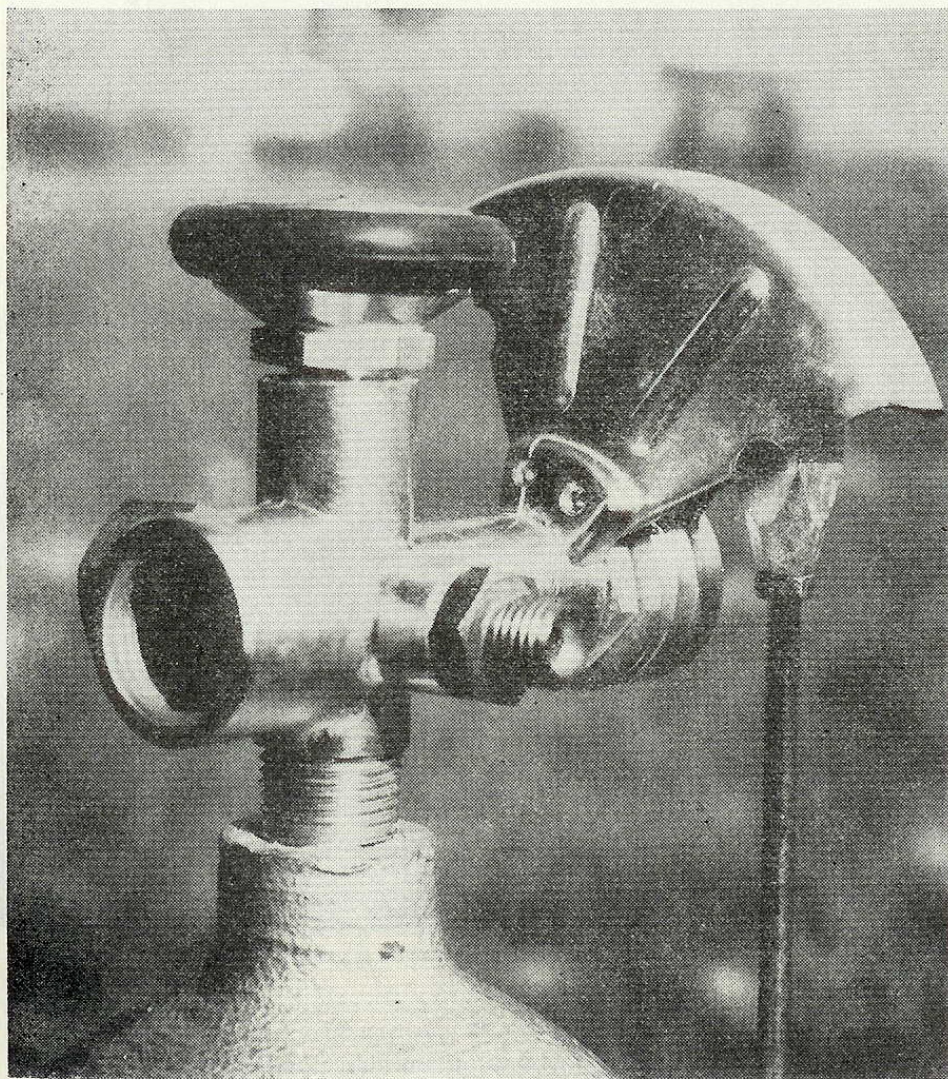


Bild 21 Ventile mit Reserveschaltung

til überwunden werden, das im allgemeinen bei einem Restdruck von etwa 40 km/cm² den Luftweg allmählich immer mehr absperrt, um ihn bei ca. 30 kp/cm² ganz zu verschließen. Durch Öffnung eines von Hand zu bedienenden Umgehungsventils wird dieser Luftvorrat nutzbar.



11.2.1 Aufbau und Wirkungsweise

Bei den Tauchgeräten unserer Produktion sind diese Reserveschaltungen in den Flaschenventilen eingebaut. Bisher sind zwei Ausführungen in Ge-

brauch, die sich rein äußerlich stark unterscheiden (Bild 21 a und b). Der Aufbau und die Wirkungsweise gehen aus Bild 22 und 23 hervor.

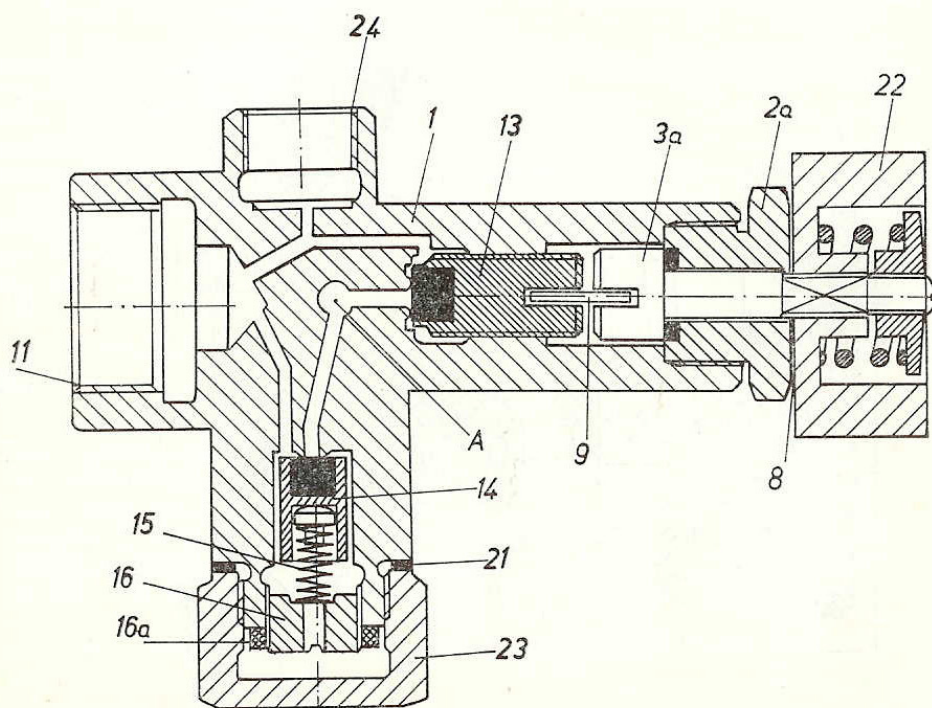


Bild 22 MEDI-Reserveschaltung alt

A — Luftweg vom Absperrventil, 1 — Ventilgehäuse, 2 — Verschuß mit Dichtung, 2 a — Verschuß Reserveschaltung, 3 — Oberspindel, 3 a — Oberspindel Reserveschaltung, 4 — Handrad, 5 — Gummiring, 6 — Schlitzmutter, 7 — Druckfeder, 8 — Gleitscheibe, 9 — Plättchen, in der Oberspindel befestigt, 10 — Unterspindel mit Dichtung, 11 — Anschluß R $\frac{3}{8}$ ", 12 — Schutzrohr, 13 — Unterspindel Reserveschaltung mit Dichtung, 14 — Schließbolzen Reserveschaltung, 15 — Druckfeder mit Pilz, 16 — Widerlager, 16 a — Widerlagersicherung, 17 — Platte mit Gelenk und Zugstange, 18 — Überwurfmutter, 19 — Linsenschraube, 20 — Verbindung Platte — Gelenk, 21 — Dichtung, 22 — Ring, 23 — Verschußmutter, 24 — Anschluß für Manometer

Nach Öffnung des Flaschenventils (im Bild 22 nicht dargestellt) tritt die Luft, indem sie den Schließbolzen (14) entgegen dem Druck der Feder (15) vom Sitz abdrückt, in den Stutzen für die Befestigung des Lungenautomaten (11) über. Reicht der Luftdruck nicht mehr aus um die Federkraft zu

überwinden, wird dieser Weg geschlossen. Durch Drehung des Ringes (22) mittels Zugstange und Übertragung der Drehbewegung über die Oberspindel (3a) auf die Unterspindel (13) wird diese von ihrem Sitz abgehoben und der Umgehungsluftweg freigegeben.

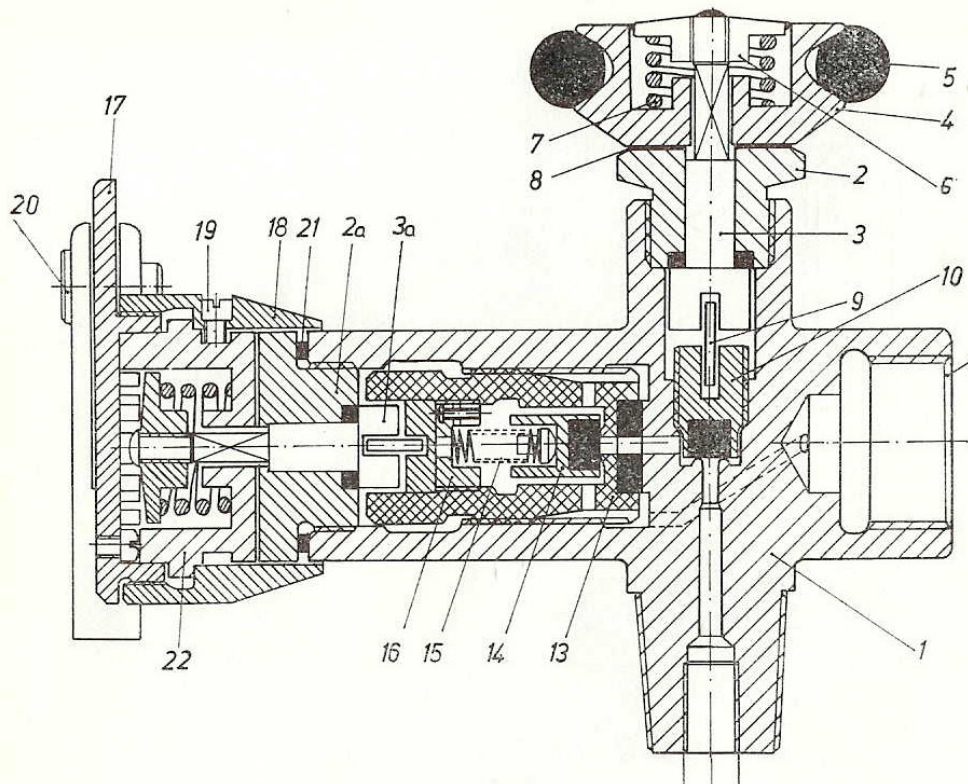


Bild 23 MEDİ-Reserveschaltung neu

11.2.2 Kontrolle und Überprüfung der Reserveschaltung

Im Herstellerwerk wird die Reserveschaltung vor dem Einschrauben des Ventils in die Flasche eingestellt und verplombt. Bei Vorratsdrücken über 50 kp/cm^2 soll dabei ein Luftstrom von mindestens 250 l/min fließen, unterhalb 40 kp/cm^2 jedoch nur noch maximal 2 l/min .

Diese Werte lassen sich mit Durchflußmessern überprüfen. Dazu wird das Ventil nicht ausgebaut. Die Messung beginnt bei einem Flaschendruck von $60 \div 70 \text{ kp/cm}^2$. Werden die angegebenen Werte nicht erreicht, muß die Reserveschaltung neu eingestellt werden, diese Arbeit bleibt allerdings autorisierten Werkstätten vorbehalten, da hierzu die Einstellung plombierter Teile verändert wird.

Für Kontrollen der Betriebsbereitschaft und vor jedem Einstieg ist folgendes einfaches Verfahren ausreichend:

- Flaschenventil öffnen, Manometeranzeige muß auf einen Wert von 30 – 40 kp/cm² unter dem Flaschenfülldruck steigen
- Reserveschaltung ziehen, dabei muß die Manometeranzeige um 30 – 40 kp/cm² ansteigen.

Ist das nicht der Fall, steigt der Zeiger trotz geschlossener Reserve sofort bis auf den Fülldruck, atmet man mehrmals aus dem Gerät, dabei muß die Manometeranzeige bei jedem Atemzug um o. g. Wert absinken und danach wieder ansteigen, wird die Reserve gezogen und weitergeatmet, muß der Manometerzeiger auf dem Fülldruck stehenbleiben.

Anderenfalls ist die Reserveschaltung unklar und muß repariert werden. Die Fehlerquellen liegen dabei meist in dem nicht mehr abdichtenden Schließbolzen (14), verursacht durch Korrosion nach Salzwassereindringen oder Überbeanspruchung beim Füllen der Flasche wenn vergessen wurde die Reserveschaltung zu ziehen, d. h. das Umgehungsventil zu öffnen.

Ein anderer, nicht weniger häufig auftretender Grund liegt in der unrichtigen Einstellung der Zugstange mit Gelenk am Ring (22). Dabei bleibt der Ventilstein (13) auch offen, wenn sich die Zugstange in der obersten Lage befindet. Zur Kontrolle wird das Gelenk abgenommen (Linsenschraube 19 lösen, Überwurfmutter 18 abschrauben, Platte 18 mit Gelenk und Zugstange abnehmen) und das Ventil durch Rechtsdrehung des Ringes (22) mit der Hand geschlossen. Danach müßte die Reserveschaltung einwandfrei funktionieren. Die Zugvorrichtung wird nun so aufgesetzt, daß dichtes Schließen des Ventils (13) und leichte Betätigung der Stange möglich sind.

Ursachen für den Ausfall der Reserveschaltung liegen in der unrichtigen Handhabung, z. B.

- verkehrte Reihenfolge der Ventilöffnung beim Füllvorgang
- Eindringen von Seewasser in das Flaschenventil (Schwimmen mit leeren Flaschen ohne Regler oder mit losem Regler)
- oder wenn der Schließbolzen (14) beim Einatmen zu schwingen beginnt, durch die Stöße auf den Krater wird er beschädigt und dichtet dann nicht mehr, dagegen kann der Taucher allerdings wenig tun.

Äußere Undichtigkeiten haben die gleiche Ursache wie bei den Ventilen (Abschnitt 10.1) und sind in der gleichen Weise zu beheben.

12. Konservierung und Lagerung

Lagerung ist planmäßige Aufbewahrung über längere Zeiträume, wobei die Geräte durch die vorhergehende Konservierung und andere Wartungsmaßnahmen in einen solchen Zustand versetzt werden, daß während dieser Zeit eine geringstmögliche Wert- und Gebrauchswertminderung eintritt.

Dabei ist außerdem zu berücksichtigen, daß die Wiederherstellung der Einsatzbereitschaft mit eigenen Mitteln und vertretbarem zeitlichen Aufwand möglich sein sollte.

12.1 Die Vorbereitung zur Lagerung

Es darf nur saubere und zur Lagerung vorbereitete (konservierte) Ausrüstung gelagert werden. Soweit die zu treffenden Maßnahmen nicht bei den einzelnen Baugruppen und -teilen beschrieben wurden, sollte nach dem Schema entsprechend Bild 24 vorgegangen werden.

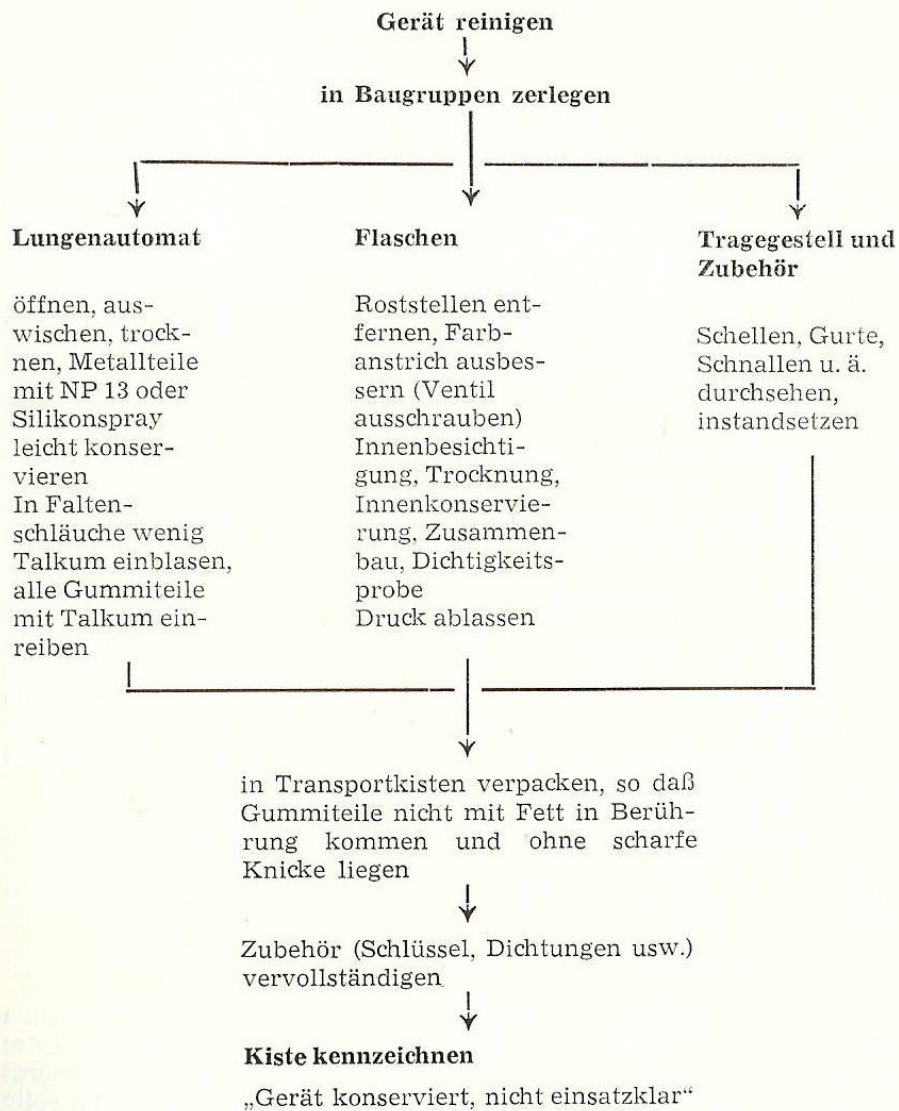
12.2 Lagerungsbedingungen

Gleich großen Einfluß auf die Lebensdauer der Geräte haben neben der Vorbereitung auf die Lagerung auch die Lagerungsbedingungen.

Außer den in den Sicherheitsbestimmungen geforderten Bedingungen der Sicherheit sollte man sich bemühen optimale Lagermöglichkeiten zu schaffen. Dazu gehört in erster Linie das Raumklima. Die Lagerung sollte in trockenen, gleichmäßig kühlen Räumen erfolgen. (Luftfeuchte 50 – 60 %, Temperatur 5 – 20 °C)

Bild 24

Vorbereitung zur Lagerung



Damit die Ausrüstung nicht direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt wird sollten die Fenster abgeblendet bzw. mit Farbe mattiert werden. Regale sollten von den Außenwänden und von Heizkörpern mindestens 1 m Abstand haben.

Vor der erneuten Inbetriebnahme werden die Geräte gereinigt, zusammengebaut, überprüft und vom Gerätewart freigegeben.

13. Überprüfung, Klassifizierung und Abschreibung

Jeder erfahrene Sporttaucher weiß, daß seine Ausrüstung relativ anfällig ist. Das ist verständlich, wenn man bedenkt, welch rauen Beanspruchungen sie ausgesetzt ist. Ständiger Transport mit dem LKW, ständiger Wechsel zwischen Luft und Wasser (oft sogar Seewasser) verlangen ein hohes Maß an Wartungsarbeiten. Trotzdem überlebt erfahrungsgemäß nicht die gesamte Ausrüstung die Strapazen einer Saison. Es ist daher notwendig, periodisch die gesamte Ausrüstung der Sektion zu überprüfen und eine Bestandsaufnahme über den Zustand der Geräte zu machen. Ein wichtiger Termin dafür sind die „Tage der Bereitschaft“, die in jedem Jahr innerhalb der GST stattfinden. Hauptziel ist dabei, sämtliche Ausbildungsgeräte **vor** Beginn der Saison in einen einsatzbereiten und von allen Mängeln freien Zustand zu bringen.

13.1 Gesichtspunkte der Klassifizierung

Speziell auf die DTG bezogen kann man die Überprüfungen unter folgenden wesentlichen Gesichtspunkten sehen:

- Ständige Betriebsbereitschaft der Ausrüstung

Durch sachgemäße Wartung sollen alle Geräte jederzeit einsatzbereit sein. Die Gerätehersteller liefern zu jedem Gerät besondere Wartungsvorschriften, die genau zu studieren und einzuhalten sind. Darüber hinaus sollte in jeder Sektion ein Wart mit entsprechender Berechtigung⁵⁾ vorhanden sein oder herangebildet werden, der allen Kameraden Anleitung geben kann und für die Kontrolle verantwortlich ist.

Es darf nicht mehr vorkommen, daß Fehler erst beim Einstieg entdeckt werden. Das ist nicht nur eine Nachlässigkeit, sondern auch unkameradschaftlich gegenüber den anderen, weil dadurch der ganze Ausbildungsablauf gestört wird.

- Funktionssicherheit der Ausrüstung

Der Taucher ist unter Wasser in hohem Maße von der sicheren Funktion seiner Ausrüstung abhängig. Sie muß so sicher sein, daß er während des Einsatzes nicht ständig um das Funktionieren seiner Ausrüstung besorgt sein muß; er muß sich so weit auf sie verlassen können, daß er die volle Aufmerksamkeit seiner Arbeit widmen und seiner Verantwortung für die Sicherung seiner Kameraden nachkommen kann.

- Werterhaltung

⁵⁾ Siehe „Ausbildungsprogramm für die Mitglieder der GST im Tauchsport, Abschnitt Techniker im Tauchsport“

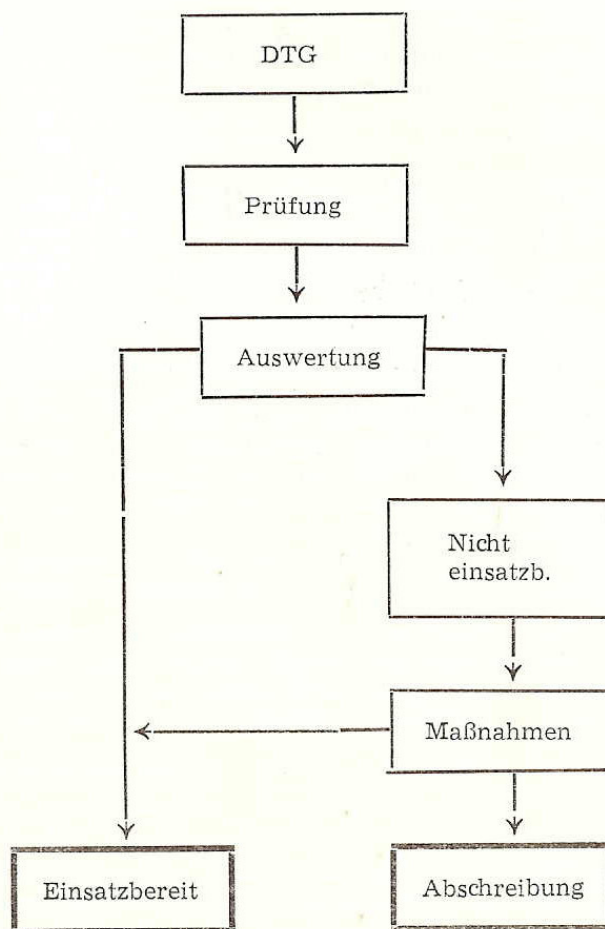


Bild 25 Prinzipieller Ablauf der Prüfung von Geräten

Geräte, die nicht einsatzfähig sind, sind ungenutzte Investitionen. Sie täuschen einen Ausrüstungsstand vor, der gar nicht vorhanden ist. Hier kann jeder Kamerad mithelfen, durch Instandhaltung der Ausrüstung alle vorhandenen Reserven auszunutzen.

- Inventarisierung

Die genaue Feststellung der Anzahl, der Art, des Zustandes und der Einsatzorte der Geräte schafft eine Übersicht über den Ausrüstungsbestand in den Sektionen, Kreisen, Bezirken in der gesamten Organisation — eine Grundlage für reale Bedarfsermittlungen für Neuanschaffungen.

13.2 Die Durchführung der Überprüfung

Man kann damit nicht rechtzeitig genug beginnen. Das Winterhalbjahr, wenn es mit dem Tauchen etwas ruhiger wird, bietet sich zum Bauen besonders an. Die Überprüfung soll nicht planlos, sondern nach einer gewissen Systematik vorgenommen werden. Dazu an Hand von Bild 25 einige grundsätzliche Bemerkungen:

Alle Baugruppen des DTG werden einer Prüfung unterzogen, die nach bestimmten Gesichtspunkten vor sich geht. Als Ergebnis der Prüfung sind der Zustand und damit alle Mängel der Baugruppen bekannt, so daß eine Auswertung vorgenommen werden kann. Die Baugruppen werden in verschiedene Einsatzklassen eingeordnet, von denen die Klasse „Einsatzbereit“ bereits eines der dickumrandeten Endzustände ist.

Ergibt die Auswertung jedoch, daß die Baugruppe nicht einsatzbereit ist, d. h. Mängel aufweist, so sind Maßnahmen einzuleiten, die die Einsatzbereitschaft wiederherstellen (Reparatur, Wartung). Ist das wegen der Größe der Schäden nicht möglich, so muß eine Abschreibung⁶⁾ veranlaßt werden. Man muß sich hier klarmachen, daß eine Sektion erst dann mit Aussicht auf Erfolg neue Geräte als Ersatz für die reparaturunfähigen beantragen kann, wenn diese durch eine Abschreibung aus dem Gerätebestand der Sektion gestrichen sind.

Man kann zusammenfassen: Ziel der gesamten Überprüfungaktion ist es, einen der beiden Endzustände zu erreichen, möglichst jedoch den Zustand „Einsatzbereit“.

Bevor die Überprüfung der Baugruppen der DTG an Hand von Ablaufplänen im einzelnen behandelt wird, noch einige Erläuterungen dazu:

Wie schon am Anfang des Lehrheftes erwähnt wurde, werden die DTG in die drei Baugruppen Regler, Tragegestell und Flaschen eingeteilt. Durch diese Teilung wird es möglich, jede Baugruppe des Gerätes für sich zu beschaffen, zu inventarisieren und abzuschreiben.

Die Prüfung gliedert sich in:

- **Sichtprüfung**

Hierbei kontrolliert man den äußeren Zustand auf Schäden durch Korrosion, Deformierung und die Vollständigkeit aller Einzelteile.

- **Funktionsprüfung**

Sie soll zeigen, ob bei der Benutzung des untersuchten Teils Mängel auftreten.

Das Ergebnis der Prüfung ist Grundlage der folgenden Auswertung und Einstufung in vier Einsatzklassen:

- **Einsatzbereit**

Baugruppen sind einsatzbereit, wenn weder bei der Sichtprüfung noch bei der Funktionsprüfung Mängel festgestellt wurden.

⁶⁾ Der organisatorische Ablauf der Abschreibung ist in den „Vorschriften für die Sicherheit beim Tauchen in der GST, Anhang 8: Merkblatt für die Überprüfung, Klassifizierung und Absetzung von Drucklufttauchergeräten (DTG)“ festgelegt.

• **Wartungsbedürftig**

Unter Wartung sind hier alle Maßnahmen zu verstehen, die der **Erhaltung** der Einsatzbereitschaft dienen (vorsorgliche Arbeiten: Überprüfungen, regelmäßige Pflege). Diese Arbeiten kann in der Regel jeder Taucher, der die Taucherlizenz besitzt, durchführen (Anleitung durch Wart).

• **Reparaturbedürftig**

Unter Reparatur sind hier alle Maßnahmen zu verstehen, die der **Wiederherstellung** der Einsatzbereitschaft dienen (Reparatur- und Instandsetzungsarbeiten). Diese Arbeiten dürfen in der Regel nur von befugten Personen oder Betrieben durchgeführt werden.

• **Reparaturunfähig**

Hier werden Baugruppen eingestuft, die so weit beschädigt sind, daß keine Reparatur unmöglich ist oder die Reparaturkosten voraussichtlich den Wert einer Neuanschaffung übersteigen würden.

Nach dieser Einstufung teilt die Sektionsleitung die Wartungs- bzw. Reparaturarbeiten auf, vergibt Aufträge dafür und kontrolliert deren Erfüllung.

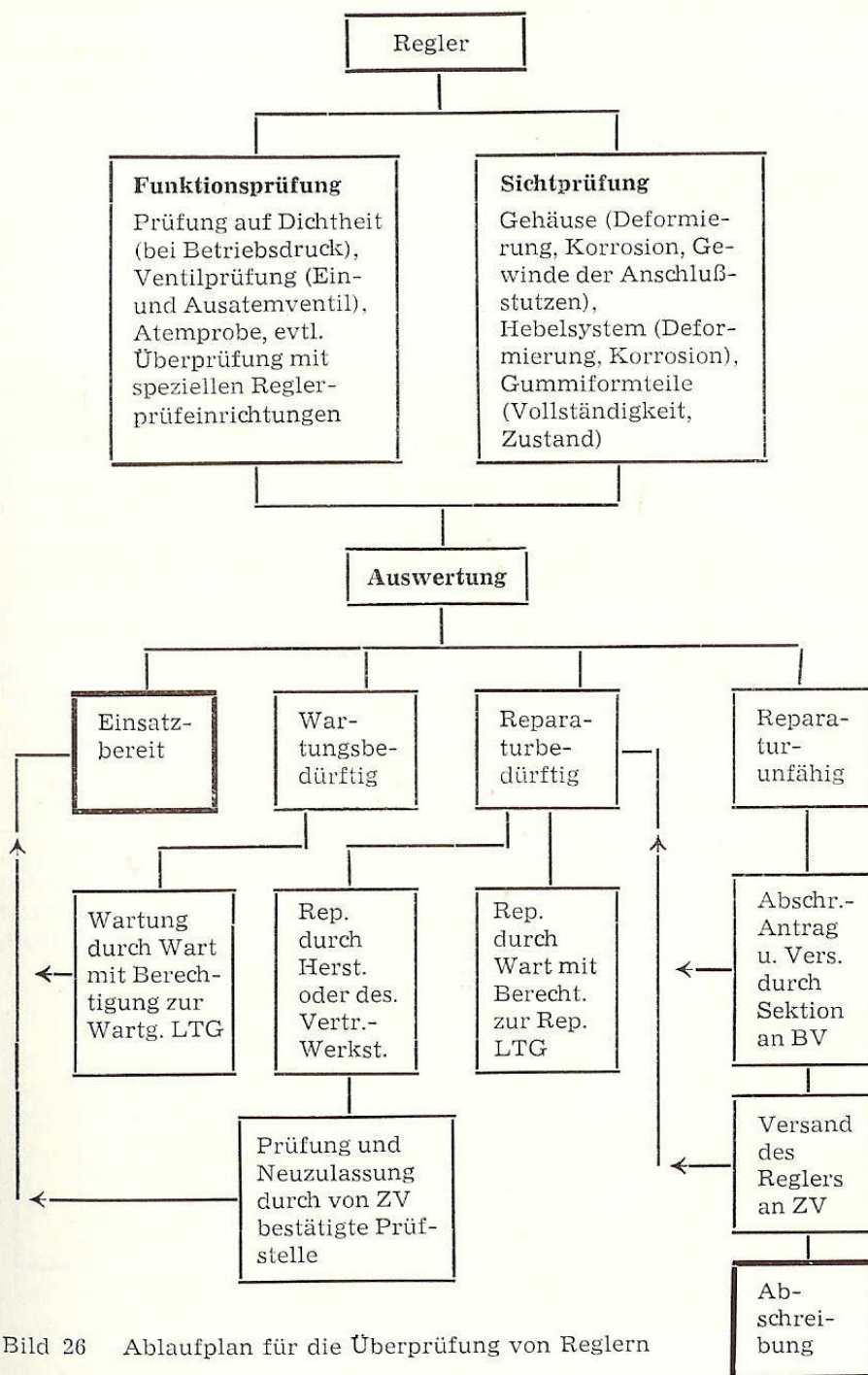


Bild 26 Ablaufplan für die Überprüfung von Reglern

Für reparaturunfähige Baugruppen veranlaßt bzw. beantragt sie die Abschreibung.

13.2.1 Baugruppe Regler

Bild 26 zeigt den Ablauf der Überprüfung von Reglern und der Maßnahmen, die sich daraus ergeben. Die in den Feldern „Sichtprüfung“ und „Funktionsprüfung“ gegebenen Hinweise erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Für spezielle Reglerbauarten werden Abweichungen oder Zusätze notwendig sein, die von Fall zu Fall zu entscheiden sind. Die Durchführung der Prüfungen ist an den entsprechenden Stellen dieses Lehrheftes ausführlich beschrieben.

Wird der Regler in die Klasse „Wartungsbedürftig“ eingestuft, so sind Wartungsarbeiten notwendig. Hier wird ebenfalls auf die Erläuterungen des Lehrheftes im Abschnitt „Wartung“ hingewiesen. Die erforderlichen Arbeiten können natürlich nicht nur vom Wart, sondern auch von jedem anderen Taucher unter Anleitung und Kontrolle des Warts durchgeführt werden.

Wenn Reparaturen an Reglern vorgenommen wurden, ist grundsätzlich eine Prüfung und Neuzulassung⁷⁾ notwendig, die nur von den vom ZV bestätigten Prüfstellen vorgenommen werden darf. Die Neuzulassung kann nur dann entfallen, wenn Regler des VEB Kombinat Medizin- und Labortechnik Leipzig oder Regler, deren Typen vom Amt für Standardisierung, Meßwesen und Warenprüfung (ASMW) geprüft worden sind, von ihren Herstellern oder deren Vertragswerkstätten repariert wurden.

Bei reparaturunfähigen Reglern wird der gezeigte Weg bis zur Abschreibung durchlaufen. Für die Abschreibungsanträge werden besondere Formblätter benutzt. Die zum Feld „Reparaturbedürftig“ zurückführenden Linien deuten die Möglichkeit an, daß der Abschreibungsantrag abgelehnt wird. In diesem Fall wird der Regler als reparaturbedürftig eingestuft, und es muß eine Reparatur versucht werden.

⁷⁾ Bestimmungen über die Prüfung und Zulassung von Reglern, siehe „Vorschriften für die Sicherheit beim Tauchen in der GST, Abschnitt 14.10“

13.2.2 Baugruppe Traggestell

Wie Bild 27 zeigt, ist die Behandlung der Traggestelle gegenüber den Reglern wesentlich einfacher. Wartung und Reparatur erfordern keine großen Fachkenntnisse und können von jedem einigermaßen geschickten Kameraden vorgenommen werden. Eine Anleitung und Kontrolle durch den Wart wird jedoch erforderlich sein.

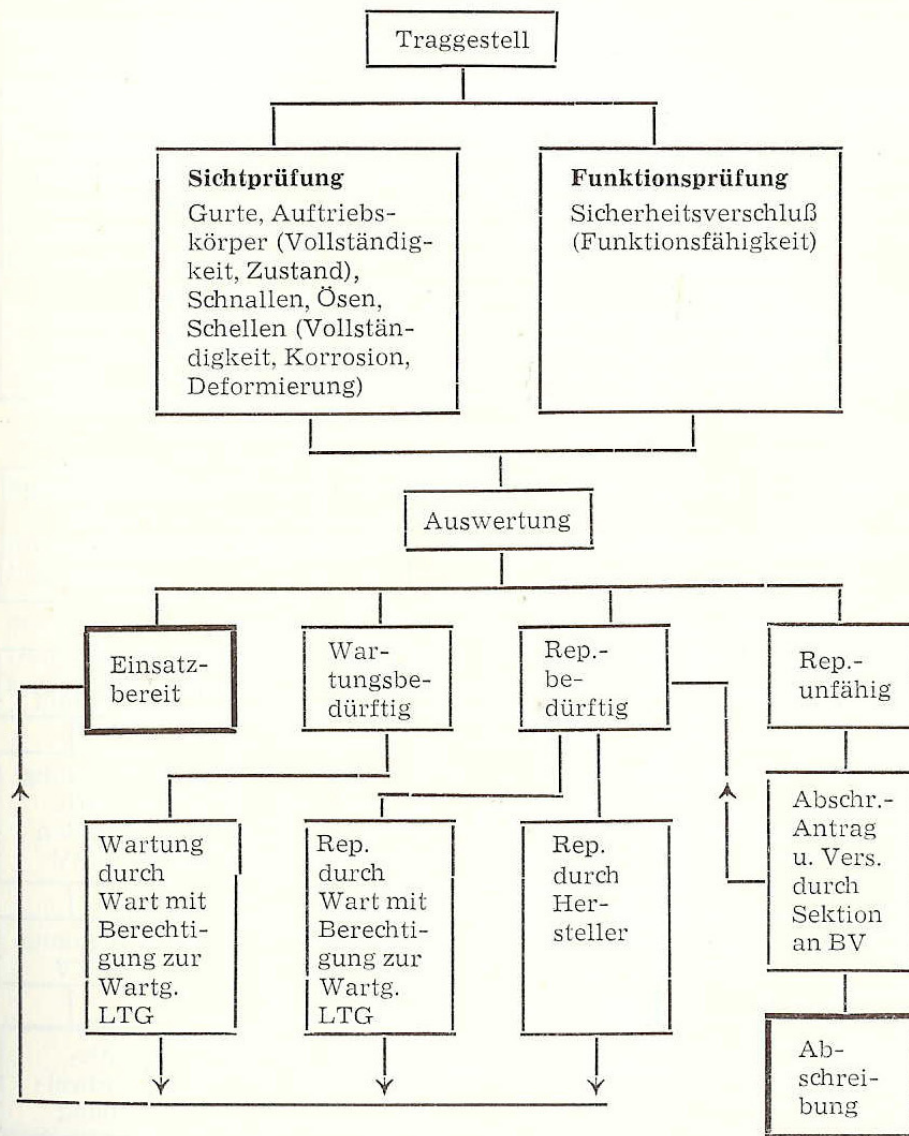


Bild 27 Ablaufplan für die Überprüfung von Traggestellen

13.2.3 Baugruppe Flaschen

Der Ablaufplan nach Bild 28 zeigt einige Besonderheiten, die sich aus der Arbeitsschutz- und Brandschutzanordnung 861/1 — Ortsbewegliche Druckgasbehälter — ergeben.

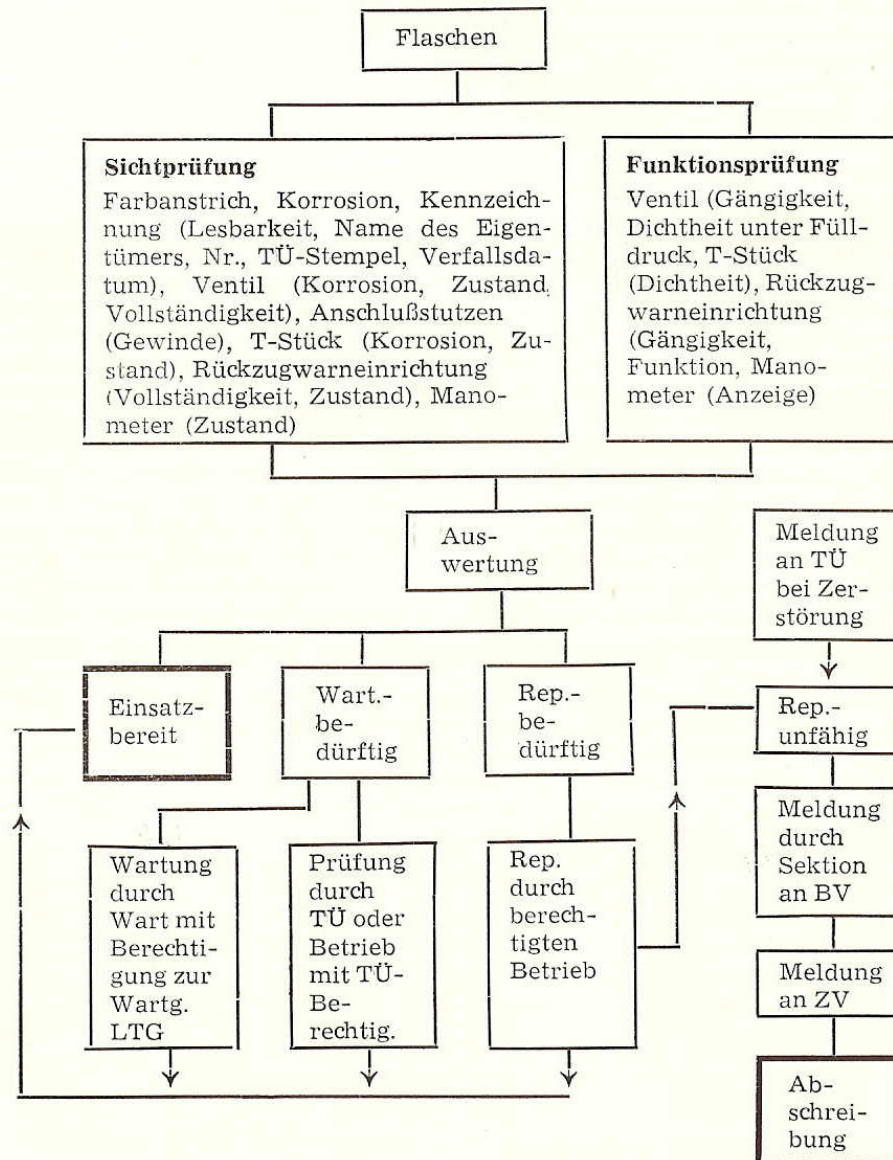


Bild 28 Ablaufplan für die Überprüfung von Flaschen

Flaschen sind bekanntlich in regelmäßigen Zeitabständen prüfpflichtig. Die Kontrolle des Verfallsdatums ist daher besonders wichtig. Stahlflaschen müssen nach 5 Jahren, Leichtmetallflaschen nach 1 Jahr zur Wiederholungsprüfung. Verfallene Flaschen werden als „Wartungsbedürftig“ eingestuft und einer zur Prüfung berechtigten Stelle vorgelegt. Die sonstigen Wartungsarbeiten sind im Abschnitt „Wartung“ ausführlich beschrieben.

Reparaturen und Verwerfungen von Flaschen dürfen nur von dazu berechtigten Betrieben vorgenommen werden. Darum sind auch die Flaschen, die von der Sektion als reparaturunfähig eingeschätzt werden, als „Reparaturbedürftig“ einzustufen und dem Reparaturbetrieb vorzulegen. Dieser entscheidet über die Reparaturfähigkeit. Ist die Flasche reparaturunfähig, so wird dies unter Beifügung der Bestätigung des Reparaturbetriebes zwecks Abschreibung weitergeleitet. Eine Einspruchsmöglichkeit von BV oder ZV besteht hierbei nicht, da die Entscheidung des Reparaturbetriebes endgültig ist.

In diesem Zusammenhang muß noch erwähnt werden, daß wesentliche Sachschäden an oder durch Flaschen (Zerstörung), ebenso wie Unfälle mit Flaschen, bei der zuständigen Bezirksinspektion der Technischen Überwachung (TÜ) meldepflichtig sind.⁸⁾

Schlußbemerkung

Die vorstehenden Grundsätze sind für die GST-eigenen Geräte verbindlich.

Für Geräte, die Eigentum der Kameraden sind, gelten sie als Empfehlung. Durch konsequente Einhaltung aller Bestimmungen und ständige sachkundige Wartung und Pflege kann und muß jeder dazu beitragen, eine unfallfreie Taucherausbildung zu sichern.

⁸⁾ Siehe hierzu „Arbeitsschutz- und Brandschutzanordnung 861/1 – Ortsbewegliche Druckbehälter, § 13“

Korrosion und Korrosionsschutz

14.1 Begriffsbestimmungen

Unter „Korrosion“ versteht man nach TGL 0—50900 eine von der Oberfläche ausgehende Zerstörung metallischer Werkstoffe durch chemische oder elektrochemische Reaktion mit ihrer Umgebung.

Das Rosten von Eisen, die Bildung einer Patinaschicht auf Kupfer, die dünne, aber dichte Oxidhautbildung auf Aluminium, beruht auf in der Atmosphäre enthaltenem Sauerstoff, Kohlendioxyd und Feuchtigkeit und wird als chemische Korrosion bezeichnet.

Ist Eisen diesen genannten Faktoren ständig ausgesetzt, so schreitet die Korrosion gleichmäßig fort. Tritt die chemische Korrosion in die Tiefe des Materials, so können Undichtigkeiten und besonders im Inneren von Stahlflaschen der gefürchtete Lochfraß auftreten.

Oft wird die Bildung von Deckschichten erwünscht oder künstlich erzeugt, weil dadurch eine fortschreitende Korrosion verhindert wird.

Werden Metalle einer elektrochemischen Korrosion ausgesetzt (wobei als korrodierendes Mittel Lösungen von Salzen, Säuren, Basen, feuchte und trockene Luft sowie Gase metallischer und nichtmetallischer Schmelzen wirken), wird das Korrosionsverhalten der Metalle durch die Stellung in der elektrochemischen Spannungsreihe bestimmt.

Voraussetzung ist das Zusammenhaften oder Berühren von zwei oder mehreren Metallen in Anwesenheit eines Elektrolyten.

Beim Fertigen von Tauchgeräten, Kameragehäusen u. ä. werden oft durch Löten unterschiedliche Metalle zusammengefügt (z. B. Kupfer und Zinn). Die dadurch verursachte elektrochemische Korrosion kann nur durch Aufbringung einer Schutzschicht oder eines metallischen Überzuges vermieden werden. Jeder Techniker sollte deshalb über die Entstehung und Verhinderung von Korrosionsschäden an Tauchgeräten und -Zubehör Bescheid wissen, denn durch die Korrosion werden nicht nur materielle Werte zerstört, sondern oft auch Menschenleben gefährdet.

Elektrochemische Spannungsreihe

Wie viele chemische Reaktionen ist auch die elektrochemische Korrosion mit der Umsetzung von Elektroenergie verbunden. Jedes Metall weist eine chemische Beständigkeit auf und wird durch seine Stellung in der elektrochemischen Spannungsreihe bestimmt.

Die Spannungsreihe stellt die Anordnung der Metalle nach ihren relativen Eigenpotentialen dar. Metalle haben das Bestreben in den Ionenzu-

stand überzuwechseln. Das Eigenpotential eines Metalls ist die Potentialdifferenz zwischen Metall und seiner Ionenlösung.

Es sagt also aus, wie sich Ionen bilden oder sich am Metall entladen.

Um das Eigenpotential zu erfassen, bedient man sich relativer Werte durch Messen der entstehenden Spannungsdifferenz. Als Bezug für die Spannungsreihe nimmt man den Wasserstoff und ordnet ihm das Eigenpotential Null zu. (Obwohl Wasserstoff kein Metall ist kann es wie die Metalle positiv geladene Ionen, H^+ , bilden).

Elektrochemische Spannungsreihe (Auszug)

Stoff	Volt	Stoff	Volt
Magnesium	− 1,87	Nickel	− 0,25
Aluminium	− 1,45	Zinn	− 0,15
Zink	− 0,76	Blei	− 0,13
Eisen	− 0,43	Wasserstoff	± 0
Kadmium	− 0,42	Kupfer	+ 0,35

14.2 Arten der Korrosion

Elektrochemische Korrosion

Wenn sich in einem Elektrolyten verschiedene Metalle berühren, tritt elektrochemische Korrosion auf. Elektrolyte sind z. B. Luft und Feuchtigkeit, wässrige Lösungen von Säuren, Basen oder Salzen.

Schon in der Luft enthaltene Nichtmetalloxide, z. B. Schwefeldioxid (SO_2) oder Kohlendioxid (CO_2), können sich in Verbindung mit Regen oder Kondenswasser zu schwefliger Säure oder Kohlensäure verbinden. Im Wasser liegende metallische Werkstoffe werden auf Grund seines Sauerstoffgehaltes angegriffen. Die besonders im Meerwasser enthaltenen Salze und Verunreinigungen ($NaCl$, $MgSO_4$, $MgCl_2$, $CaCl_2$) erzeugen unmittelbar ein Elektrolyt.

Berühren sich hierin zwei unterschiedliche Metalle, so entsteht ein kurzgeschlossenes galvanisches Element. Es kommt zum Stromfluß, dabei wird das unedlere Metall zerstört, es geht in Lösung.

Die bei diesem Prozeß freiwerdenden Elektronen wandern zum edleren Partner, hier tritt eine Entladung der Kationen des Elektrolyten in H^+ auf (Bild 29).

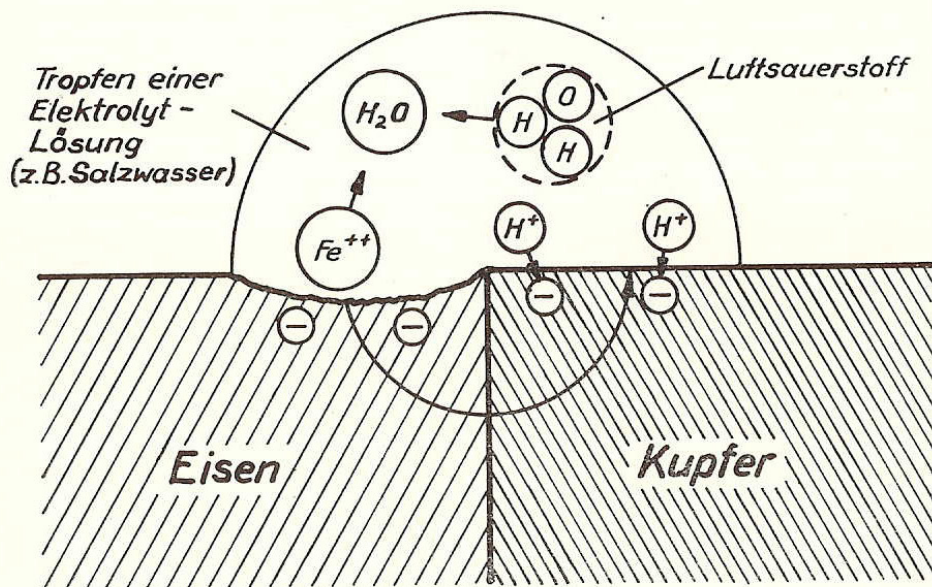


Bild 29 Elektrochemische Korrosion an einer Berührungsstelle von Eisen und Kupfer

Als Auswirkung korrodiert ein z. B. verzinntes Eisenteil mit teilweise beschädigter Schutzschicht in einem Elektrolyten schneller als ein reiner Eisenwerkstoff. Hierbei entsteht eine Potentialdifferenz von 0,28 Volt. Die Folge ist eine schnelle Zersetzung des Eisens, das als unedleres Metall in Lösung geht. Außerdem schreitet die Zerstörung unter der äußerlich unversehrten Zinnschicht fort. (Günstiger wäre eine Beschichtung des Eisens mit einem unedleren Metall, z. B. Zink, bei Beschädigung der Schicht wird das Eisen nicht angegriffen.)

Bei der elektrolytischen Korrosion werden zwei Reaktionsarten unterschieden, die in Bild 30 dargestellt sind.

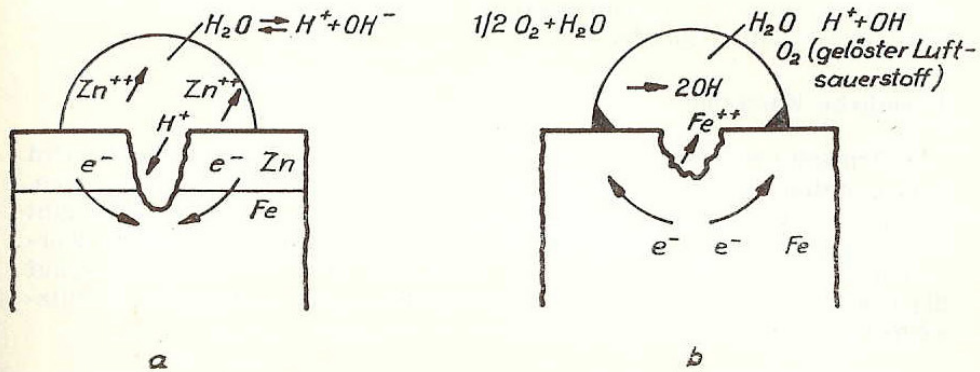


Bild 30 Elektrolytische Korrosion

- a Wasserstoffkorrosion (saures Medium)
- b Sauerstoffkorrosion (schwach saures, neutrales oder basisches Medium)

Durch Fremdeinflüsse, die durch Bearbeitungsfehler und im Gewinnungsprozeß entstehen, bilden sich Lokalelemente. Dadurch entstehen narben- oder lochartige Ausfressungen, der Lochfraß. (Bild 31)

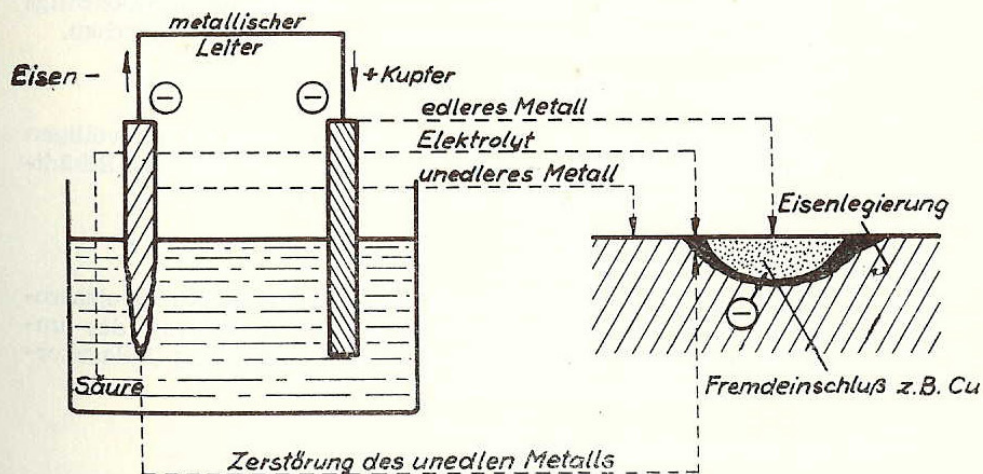


Bild 31 Lokalelement

Messing geht in Meerwasser als Ganzes in Lösung, dabei entstehen Kupfer- und Zinkionen.

Werden unterschiedliche Metalle durch Schraub- und Nietverbindungen zusammengebracht, so muß man an den Berührungsstellen für ausreichende Isolation sorgen.

Chemische Korrosion

Die chemische Korrosion tritt seltener auf als die elektrolytische. Sie wird hervorgerufen durch die Einwirkung von aggressiven Gasen, Rauchgasen, Dämpfen, Chemikalien und unter Anwesenheit von Sauerstoff. Es gibt nur wenige Metalle, die chemisch beständig sind. Da die chemische Korrosion von der Oberfläche ausgeht, läuft auch der Korrosionsschutz auf die Erzeugung einer dem aggressiven Medium widerstehenden Schutzschicht hinaus.

Viele unedle Metalle bilden solche Schutzschichten von selbst. Aluminium bildet an der Luft eine dünne, aber sehr dichte Haut chemisch träger Tonerde. Eine dichte und träge Oxydschicht durch das zulegierte Chrom erhält der rostfreie Stahl.

Erscheinungsformen der Korrosion

Die wesentlichsten Erscheinungsformen der Korrosion sind folgende:

a Oberflächenabtragung

Korrosionsverlauf nahezu parallel zur Oberfläche, häufigste Korrosion, jedoch relativ ungefährlich, Querschnittsverminderung kann leicht überwacht und konstruktiv berücksichtigt werden. Chemische, elektrochemische, mechanische Ursachen.

b Lochfraß – örtliche Korrosion

Lokale punkt- und narbenförmige Vertiefungen bis zur völligen Durchlöcherung. Bei geringem Materialverlust schwere Schädigung, unter Umständen völlige Zerstörung.

c Kontaktkorrosion

Bei Verbindung zweier Metalle mit unterschiedlichem elektrochemischem Potential. Elektrochemische Zerstörung des unedleren Metalls. Bei Kontakt – Metall – Verbindung (Belagskorrosion) Zerstörung des Metalls.

d Interkristalline Korrosion

Korrosion entlang der Korngrenzen ins Innere, äußerlich nicht wahrnehmbar, daher sehr gefährlich.

e Spannungsrißkorrosion

Aufreißen der Oberfläche als Folge der gleichzeitigen Wirkung innerer Spannungen, mechanischer Belastungen und eines Elektrolyten.

f Spaltkorrosion

An Überlappungen (Schraub-, Niet-, Punktschweißverbindungen), Spalten und scharfen Kanten in Gegenwart eines Elektrolyten einsetzende Korrosion.

g Ermüdungskorrosion

Transkristalliner Bruch als Folge mechanischer Dauer- oder Wechselbeanspruchung bei gleichzeitiger Einwirkung schwacher Elektrolyte.

h Selektive Korrosion

Bei Legierungen auftretende selektive Auflösung eines Legierungspartners.

14.3 Korrosionsschutz

Bei der Auswahl der Werkstoffe wird von ökonomischen Gesichtspunkten ausgegangen. Der Preis hochwertiger, korrosionssicherer Werkstoffe ist hoch. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß korrosionssichere Werkstoffe nur mit hohem Aufwand mechanisch und maschinell zu bearbeiten sind. Bei der Herstellung von Lungenautomaten und Druckluftbehältern werden daher Metalle verwendet, die der Korrosion unterliegen. Außerdem wird die Werkstoffauswahl von der Größe der Konstruktion und ihrer Kompliziertheit bedingt.

Der guten Schweiß- und Lötmöglichkeit wird Messing und Kupfer zum Bau von Lungenautomaten, Aluminium und Stahl für Druckluftflaschen verwendet.

Diese Teile korrosionssicher zu gestalten, gelingt mit mehr oder weniger großem Erfolg. Farbanstriche sind billig, werden aber leicht beschädigt und verlieren so ihre Schutzwirkung. Metallische Überzüge können – bei richtiger Auswahl – einen sehr sicheren Schutz bilden, verursachen aber höhere Herstellungskosten und sind nicht überall einzusetzen (z. B. Druckluftflaschen innen).

Der zu schützende Werkstoff sollte mit dem Schutzüberzug in der elektrochemischen Spannungsreihe dicht zusammenliegen, damit die Potentialdifferenz nicht zu groß wird oder selbst edler sein als der Überzug, damit dieser und nicht der Grundwerkstoff abgetragen wird. (Normalpotential) Als Material eignet sich am günstigsten Aluminium, Zink, Kadmium oder Chrom.

Galvanisieren

Als „Galvanisieren“ bezeichnet man die Herstellung von edleren metallischen Niederschlägen (Nickel, Chrom, Zink, Messing, Kupfer, Kadmium, Gold, Silber) auf wenig edlere Grundmetalle. Dabei entsteht eine kathodische Abscheidung metallischer Schutzschichten aus Elektrolytbädern, die das abzuschneidende Metall gelöst enthalten.

Für die Güte der Oberfläche ist die Vorbehandlung der Werkstücke entscheidend. Nach Schleifen und Polieren auf Schwabbelscheiben erfolgt eine Entfettung in alkalischen Mitteln. Nach sorgfältiger Spülung in Wasser kommen die Teile ins galvanische Bad. Nach der anschließenden Trocknung wird die Oberfläche poliert, bei einem neuen Verfahren entfällt letzteres (Glanzchrom, Glanznickel). Auf diese Weise entstehen feste, sicher schützende Überzüge, deren Haltbarkeit im wesentlichen von der Güte der Vorbereitung der Werkstücke abhängt. Allerdings ist der apparative Aufwand recht hoch.

Stromlose Metallisierung

Dieses Verfahren hat trotz der etwas komplizierten Technologie an Bedeutung gewonnen.

Aus sauren oder basischen NiCl_2 -Lösungen wird durch Reduktion mit Hilfe von NaH_2PO_2 eine Nickelabscheidung erreicht. Die entstehende Schutzschicht ist hart, verschleißfest, porenfrei und von guter Haftfähigkeit.

Eloxieren

Durch die chemische Korrosion an der Luft bildet Aluminium eine dünne Haut und verhindert dadurch die weitere Korrosion. Meist muß jedoch eine solche Schutzschicht künstlich erzeugt werden durch Aufbringung fremder Stoffe. Die Verstärkung der natürlichen Oxydschicht des Aluminiums durch das Eloxalverfahren hat wegen der Korrosionsbeständigkeit, der Verschleißfestigkeit und der guten physikalischen Eigenschaft eine weite Verbreitung gefunden. Unter Eloxal versteht man das Aufbringen einer anodischen Oxydschicht durch elektrischen Strom. Die Eloxalschicht läßt sich mit organischen Farbstoffen dekorativ anfärben und haftet sehr gut, da sie mit dem Grundmetall verbunden ist und so nicht abblättern kann.

Metallspritzen

Konstruktiv schwierige Bauteile aus Eisenwerkstoffen lassen sich durch Metallspritzen schützen. Dabei wird das zu verspritzende Metall in Drahtform bei heißer Flamme oder im Lichtbogen geschmolzen, durch Druckluft zerstäubt und mit hoher Geschwindigkeit auf das Bauteil geschleudert. Das Überzugsmetall haftet durch mechanische Verklammerung auf der Oberfläche, verleiht ein dekoratives Aussehen und guten Korrosionsschutz. Eine Verkittung der porösen Schicht mit Schutzlacken (Alkydharz) erhöht die Korrosionsbeständigkeit.

Als Überzugsmetalle werden Blei, Zinn, Zink, Aluminium, Kupfer, Eisen, Kadmium und rostfreier Stahl verwendet. Es sollte zukünftig angestrebt werden Druckluftflaschen so zu schützen.

Schmelzflüssige Metallisierung

Durch Eintauchen der Werkstücke in geschmolzenes Überzugsmetall entstehen metallische Schmelzüberzüge. Breite Anwendung finden die Metalle Zinn, Blei und Zink. Eine Tauch- oder Feuerverzinkung ist wegen der hohen Temperatur von $450 \div 500^\circ\text{C}$ nicht überall zulässig, da diese Erwärmung eine Minderung der mechanischen Eigenschaften der Grundwerkstoffe bzw. Formänderungen durch Verziehen zur Folge haben kann. Der Schutzüberzug besitzt eine ausgezeichnete Haftung.

Schutz durch nichtmetallische Überzüge

(Farben und Lacke)

Durch Farben ist zwar nur ein mittelmäßiger Korrosionsschutz zu erreichen, jedoch ist diese Methode individuell auszuführen und erfüllt

gleichzeitig ästhetische Anforderungen. Neben dem Auftragen mit dem Pinsel sollte das Spritzen bevorzugt werden, weil so eine gleichmäßigere, besser haftende Schicht entsteht. Lacke entstehen, wenn Harz, Kopal, Asphalt, Nitrozellulose, Azetylzellulose oder Kunstharz in Lösungsmitteln (z. B. Alkohol, Azeton, Kohlenwasserstoffen, Estern) aufgelöst werden.

Alkydharzlacke gehören zu den Öllacken, sind aber in Glanz, Trocknung und in der Farbbeständigkeit anderen Anstrichen überlegen. Durch gleichmäßige Beschaffenheit des Überzuges, relativ hohe Festigkeit und Zeitersparnis bei der Herstellung zeichnen sich **Einbrennlacke** aus, sie werden zwischen 50 – 100 °C im Ofen getrocknet und sind heute noch häufigstes Korrosionsschutzmittel bei Druckluftflaschen.

Epoxydharzlacke ergeben einen chemikalienfesten Film mit ausgezeichneter Haftfähigkeit auf Metallen, verbunden mit hoher Geschmeidigkeit und Beständigkeit gegen Säuren, Alkalien und Salzlösungen.

Sie dürften in naher Zukunft als Innenkorrosionsschutz für Druckluftbehälter zu verwenden sein. **Korrosionsschutzlack** schützt den Metalluntergrund gut vor Rostbildung, hat aber oft eine relativ geringe mechanische Festigkeit.

Bei Anstrichen ist unbedingt die mögliche Unverträglichkeit von Lacksorten untereinander und zum Grundwerkstoff zu berücksichtigen. So lassen sich Nitro – nicht auf Öl – oder Alkydharzlacke aufbringen.

Streicht man z. B. Bleimennige auf Aluminium schafft man die Grundlage für eine intensive elektrochemische Korrosion und Zerstörung des Aluminiums.

Anhang

Kontroll-Liste (Kontroll- und Wartungsmaßnahmen) DTG Hydromat

Kontrolle vor jedem Einstieg	Kontrolle während des Tauchens	Kontrolle und Maßnahmen nach dem Einstieg	Maßnahmen nach jedem Tauchtag	Maßnahmen nach je 10 ÷ 15 Tauchstunden bzw. wöchentlich
1. äußerlich	— Luftvorratsdruck beobachten — bei Unregelmäßigkeiten • Erschwerter Atmung und nach • Ziehen der Reserve auf-tauchen	— äußere Schäden — Vollständigkeit — Ventile schließen — Gerät leer-atmen — Regler abschrauben — wenn nicht sofort gefüllt wird, Manometer abschrauben — Einatem-schlauch vom Regler ab-schrauben	— Gerät mit Süßwasser abspülen — Atemschläuche mit Süßwasser durchspülen, Einatemschlauch erfassen und anheben bis Wasser aus den Schläuchen aus-gelaufen ist, in dieser Lage zum Trocknen auf-hängen — Gerätergurte trocknen	— Maßnahmen wie nach jedem Tauchtag zusätzlich: — Regler öffnen, auswaschen und dünn mit Silikonfett NP 13 einreiben — Gummiteile abwaschen, trocknen — Zusammenbau — Überprüfung — Schellen lösen, Farbanstrich der Flaschen ausbessern.
2. Rückzugswarn-einrichtung	— Ventil öffnen, Druckanstieg beobachten, mehrere Male atmen — leichtes Ziehen der Zugstange			

 Kontrolle vor jedem Einstieg

3. Regler

- mehrere Male tief durchatmen, es darf kein merklicher Atemwiderstand vorhanden sein
- LA darf nicht selbsttätig abblasen
- 4. Luftvorratsdruck

5. Dichtigkeit des Geräts

- Ventile schließen, Druck am Manometer beobachten, bei Druckabfall Undichtigkeit suchen und beseitigen (wird ohne Manometer getaucht, auf Blasen beim Einstieg achten!)

Kontrolllisten nach den speziellen Bedingungen variieren, vergrößern und an gut sichtbarer Stelle aushängen!

Anhang

Standards

Dieser Abschnitt behandelt einige Vorschriften, von denen das für den Taucher Wichtige wiedergegeben und erläutert wird.

Die beiden ersten Teile beziehen sich auf verschiedene Anschlußverbindungen für Druckluftflaschenventile und Manometer. Man muß in der Praxis leider oft feststellen, daß diese wichtigen, teils industriell, teils im Selbstbau hergestellten Verbindungen schlecht zusammenpassen bzw. ungenügend dichten. Das ist meist auf Unkenntnis der genauen Anschlußmaße zurückzuführen. Zweck dieser Ausführungen ist daher, bei der Überprüfung vorhandener Anschlußteile Mängel leichter erkennen zu können und beim Selbstbau konstruktive Fehler von vornherein auszuschließen. Im letzten Teil sind Vorschriften wiedergegeben, die die Kennzeichnung von Druckluftflaschen betreffen. Sie sollen das Verständnis der Flaschenaufschriften erleichtern und einige wichtige Hinweise auf geänderte Vorschriften geben.

1. Anschlüsse für Druckluftflaschenventile

Dazu gehören außer den Flaschenventilen auch alle damit in Verbindung stehenden Anschlußteile wie Regler, T-Stücke, Fülleisten an Verdichteranlagen, Füllschläuche usw.

1.1 Flaschenventil für Druckluft

Die Anschlußmaße des Ventils sind in der TGL 0 — 477 festgelegt (Bild 33).

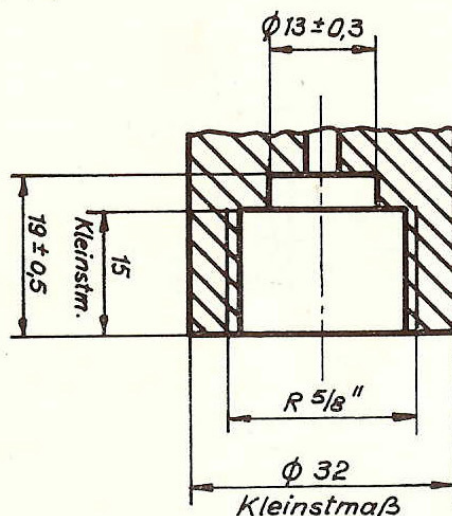


Bild 33 Anschluß für Druckluftflaschenventil

Dieses Ventil ist in der DDR fast ausschließlich in Gebrauch. Im Ausland dagegen ist der sowjetische und der internationale Anschluß weit verbreitet.⁹⁾ Darüber hinaus gibt es noch einige Sonderformen.

Das Ventil nach Bild 33 ist mit dem Gewinde R 5/8" versehen, das wegen der Unverwechselbarkeit mit anderen Gasarten nur für Druckluft verwendet wird. Die TGL sieht leider keine Gewindeauslaufrille vor. Das hat manchmal zur Folge, daß das Gewinde nicht weit genug ausgeschnitten ist, um das Gegenstück genügend weit einschrauben zu können (besonders bei Reglern mit Rundringdichtung). In diesem Fall muß das Gewinde mit einem kurz angeschliffenen Gewindebohrer nachgeschnitten werden. Diese Arbeit soll nur vom Fachmann ausgeführt werden, da die Gefahr der Gewindebeschädigung besteht. Um ein Zerkratzen der Dichtfläche zu verhindern, wird vorher eine dünne Scheibe $\phi 20$ in das Ventil eingelegt.

Die Gewindelänge kann folgendermaßen geprüft werden: das Gewinde ist stets dann genügend weit ausgeschnitten, wenn das **ohne** Dichtscheibe bzw. Rundring eingeschraubte Gegenstück (z. B. Regler) nicht im Ventilanschluß wackelt.

1.2 Regleranschluß

1.2.1 Anschluß mit Dichtscheibe

Dieser Anschluß ist ebenfalls in TGL 0-477 (früher in TGL 0-8547) festgelegt (Bild 34). Als Dichtung wird hier ein Fiber-Dichtring

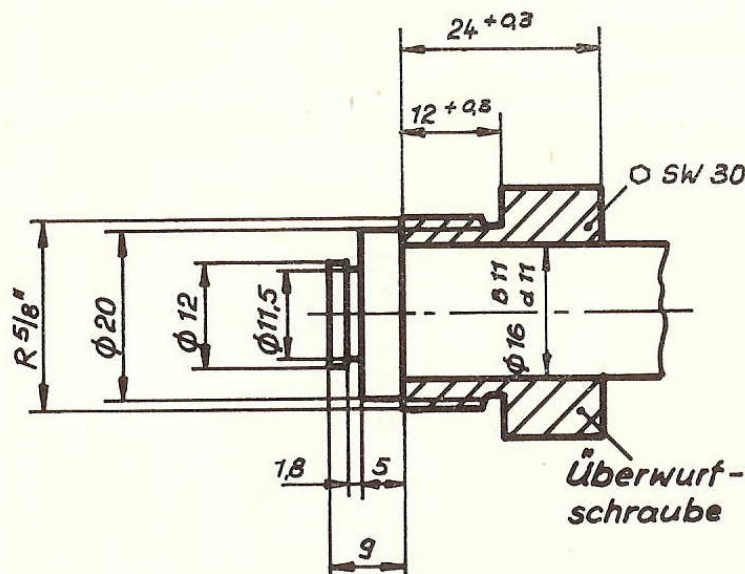


Bild 34 Regleranschluß mit Dichtscheibe

$\phi 18 \times \phi 11,5 \times 2$ dick verwendet. Zum Festziehen der Dichtverbindung ist ein erheblicher Kraftaufwand notwendig. Deshalb ist die Überwurfschraube mit Schlüsselflächen versehen.

⁹⁾ s. GOST 13861 - 68 (SU) BS 341 Teil 2 (Großbritannien)

Knebel zum Festziehen. Nach dem Anziehen muß Metall an Metall anliegen. Voraussetzung dafür ist, daß der Querschnitt des Rundrings kleiner ist als der Querschnitt der Dichtrille. Das ist die Hauptbedingung für die einwandfreie Funktion dieser Dichtungsart, gegen die bei Selbstbauten immer wieder verstoßen wird. Nachdem Druck auf die Dichtung gegeben wird, legt sich der Rundring so fest gegen die Dichtfläche, daß eine einwandfreie Abdichtung erfolgt und sich die beiden verbundenen Teile

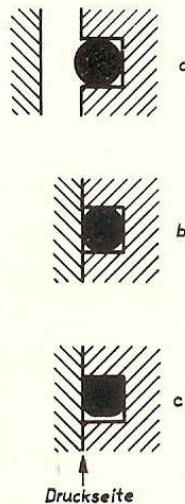


Bild 36 Wirkungsweise der Rundringdichtung

nicht mehr von Hand gegeneinander verdrehen lassen (Bild 36 c). Zum Lösen der Dichtung ist vorheriges Entlüften, z. B. durch Absaugen der Luft aus dem Regler, erforderlich. Bei gewaltsamem Lösen kann der Rundring beschädigt oder zerstört werden.

2. Manometeranschlüsse

2.1 Anschlußzapfen

Für Luftdruckmessungen in den vorkommenden Druckbereichen kommen fast ausschließlich Manometer mit Anschlußzapfen nach TGL 8701 Bl. 1 (Bild 37) mit den Anschlußgewinden $M 12 \times 1,5$ und $M 20 \times 1,5$ in Frage (Ausnahme: Wasserdichte Druckmesser für Manometerschläuche). Das Gewinde $M 12 \times 1,5$ wird für die Gehäusegrößen $\phi 40$, $\phi 60$, das Gewinde $M 20 \times 1,5$ für $\phi 100$, $\phi 160$, $\phi 250$ verwendet.

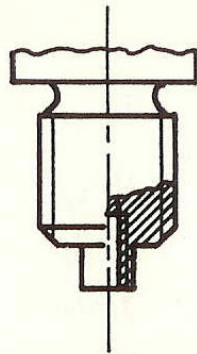


Bild 37 Manometeranschlußzapfen für M 12 × 1,5 und M 20 × 1,5

2.2 Einschraublöcher

Bild 38 zeigt die zugehörigen Einschraublöcher, ebenfalls nach TGL 8701 Bl. 1.

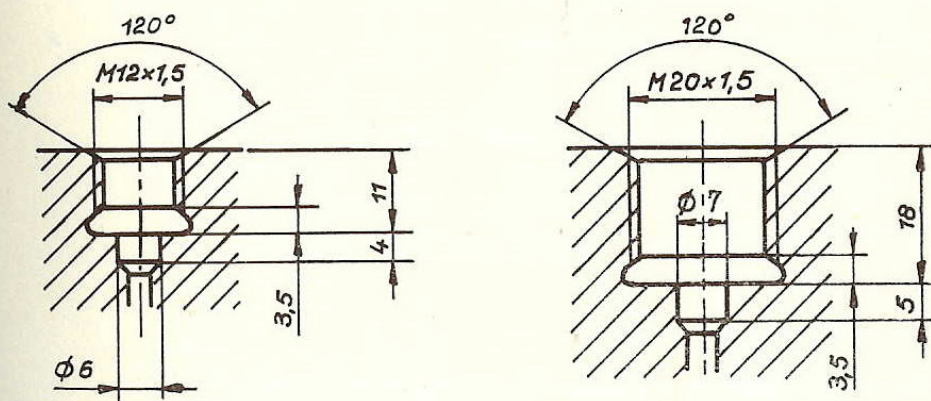


Bild 38 Manometereinschraublöcher

2.3 Dichtscheiben

Die zugehörigen Dichtscheiben nach TGL 16 413 haben folgende Abmessungen:

für M 12 × 1,5: $\phi 5,5 \times \phi 9,5 \times 2$ dick

für M 20 × 1,5: $\phi 6,5 \times \phi 17,5 \times 3$ dick

2.4 Drosselschrauben ¹¹⁾

Um Druckstöße vom Manometer fernzuhalten bzw. herabzumindern, durch die das Meßwerk beschädigt werden könnte, werden in den Anschlußzapfen Drosselschrauben nach TGL 16 405 eingeschraubt.

Es gibt 2 verschiedene Drosselschrauben, für flüssige Medien den Typ 2/D 1 und für gasförmige den Typ 2/D 1 T, der an dem in die Drosselöffnung eingelegten Draht erkennbar ist, der das Zusetzen der Öffnung durch Staubteilchen verhindert.

3. Kennzeichnung von Druckluftflaschen

Hierfür gilt die TGL 0—4671 und die Arbeitsschutz- und Brandschutzanordnung 861/1 vom 2. 2. 1971.

3.1 Aufschriften

Bei Druckluftflaschen ist die Kennzeichnung auf dem oberen verstärkten Boden eingeprägt. Es sind folgende Kennzeichen vorgeschrieben (Bild 39):

- a) Name oder Zeichen des Herstellers
- b) Herstellungsjahr und lfd. Herstellungs-Nr.
- c) Gasart
- d) Typenkennzeichnung einschl. Leermasse in kg
- e) Prüfstempel
- f) Monat und Jahr des Ablaufs der Füllberechtigung
- g) Rauminhalt in l
- h) zulässiger Druck in kp/cm^2

folgende Kennzeichen können nach Bedarf eingestempelt werden:

- i) Flaschen-Nr. des Eigentümers
- j) Name des Eigentümers

¹¹⁾ nicht identisch mit Drossel gemäß Abschnitt 11.1.3

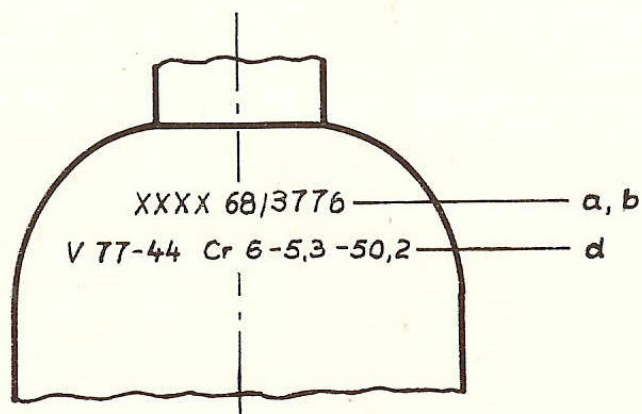
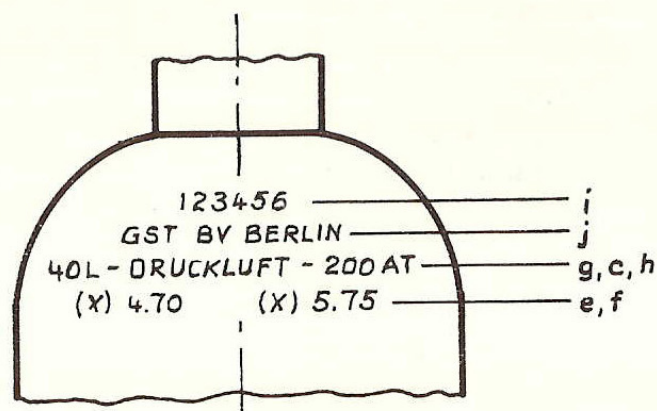


Bild 39 Bezeichnungsbeispiel für Druckluftflasche, Vorder- und Rückseite

Gegenüber dem Beispiel in Bild 39 können, besonders bei älteren Flaschen, Abweichungen in Anordnung und Formulierung der Bezeichnungen auftreten.

Einige ältere Flaschen sind heute für eine Verwendung als Druckgasbehälter nicht mehr zugelassen. Bei diesen Flaschen ist, selbst wenn sie nicht mehr benutzt werden, der § 14 der ABAO 861/1 zu beachten:

- (1) Folgende Behälter sind sofort aus dem Verkehr zu nehmen und als Druckgasbehälter unbrauchbar zu machen:

- a) Leichtmetall-Flaschen, die vor dem 31. 12. 53 hergestellt wurden,
 - c) (Leicht-)Stahlflaschen mit der Bezeichnung „K“ hinter der Herstellungs-Nr., die vor dem 31. 12. 53 hergestellt wurden,
 - d) (Leicht-)Stahlflaschen mit der Bezeichnung „LSC 90“ oder mit dem Kennzeichen „LS“ hinter der Herstellungs-Nr.,
 - f) (Leicht-)Stahlflaschen mit der Bezeichnung „DLSW 100“, Inhalt 10 l, Baujahr 54.
- (2) Folgende Behälter sind nach Ablauf der Füllberechtigung aus dem Verkehr zu nehmen und als Druckgasbehälter unbrauchbar zu machen:
- a) (Leicht-)Stahlflaschen mit den Kennzeichen „LSW 90“, „LSW 90 a“, „LSW 90 b“, „LSW 90 c“, „LSE 86“, „LSC 9“, „LSC 8“, „LS Mn“, „LS 80“ und „LSV“.

3.2 Farbkennzeichnung

Bei Druckluftflaschen muß der obere Boden mit einem mindestens 100 mm breiten Ring in der Kennfarbe Grau gestrichen sein. Der übrige Teil kann mit der gleichen Kennfarbe oder einem weißen oder silbergrauen Anstrich versehen sein. An Flaschen zu Tauchgeräten ist für den übrigen Teil ein orangefarbiger Anstrich zulässig.

Literatur

Ein ausführliches Literaturverzeichnis wurde im 1. Teil des Lehrheftes angegeben.

Darüber hinaus wurde verwendet:

Autorenkollektiv, Allgemeine Chemie,

Lehrmaterial für das Fachschulfernstudium

5. Ausgabe, Institut für Fachschulwesen der DDR

Rachno Krause, Werkstoffe der Elektrotechnik

VEB Verlag Technik, Berlin

Anordnungen und Gesetze

ASAO 623/1	Taucherarbeiten	vom 2. 2. 1971
ABAO 861/1	vom 9. 12. 1969	Sonderdruck Nr. 701

Vorschrift für die Sicherheit beim Tauchen in der GST

- 14.9 Abschreibungen
 - 14.10 Neuzulassung und Überprüfung von Lungenautomaten
 - 14.10.1 Neuzulassung nach Reparaturen
 - 14.10.2 Prüfstellen-Prüfer
 - 14.10.3 Prüfanforderungen
 - 14.10.4 Nachweis der Prüfungen
 - 15. Kontrollen der Sicherheit, Vollständigkeit von Tauchsportmaterialien
- einschließlich Anhänge und Anlagen

Verzeichnis der Bilder und Bildunterschriften

- Bild 1 Sporn eines Tragegestells mit „hängenden“ Ventilen
Bild 2 Hauptteile des Tragegestelles
Bild 3 Schnellverstellung eines Tragegurtes (MEDI-Hydromat)
Bild 4 Schultergurtansatz bei Trageschalen
Bild 5 Eigenbau-Trageschale
Bild 6 Reparatur T-Stück
Bild 7 Zerplatzte 7-l-Flasche
Bild 8 Korrodierte Flasche außen-innen
Bild 9 Spannvorrichtung
Bild 10 Anlage zum Flaschentrocknen
Bild 11 Ventilarten (MEDI)
Bild 12 Ventilarten (Industrie)
Bild 13 MEDI-Ventil
Bild 14 Manometerleitung bei Hydromat-Geräten
Bild 15 Manometerleitung (andere Variante)
Bild 16 geplatzter Manometerschlauch
Bild 17 Manometerschlauchbeanspruchung bei abgestellten Geräten
Bild 18 aufgerissene Mutter
Bild 19 Transport und Aufbewahrung des Manometers
Bild 20 beschädigte Drosselschraube

b Lochfraß — örtliche Korrosion

Lokale punkt- und narbenförmige Vertiefungen bis zur völligen Durchlöcherung. Bei geringem Materialverlust schwere Schädigung, unter Umständen völlige Zerstörung.

- Bild 21 Ventile mit Reserveschaltung
Bild 22 MEDI-Reserveschaltung alt

Bild 23 MEDI-Reserveschaltung neu

A — Luftweg vom Absperrventil, 1 — Ventilgehäuse, 2 — Verschluß mit Dichtung, 2 a — Verschluß Reserveschaltung, 3 — Oberspindel, 3 a — Oberspindel Reserveschaltung, 4 — Handrad, 5 — Gummiring, 6 — Schlitzmutter, 7 — Druckfeder, 8 — Gleitscheibe, 9 — Plättchen, in der Oberspindel befestigt, 10 — Unterspindel mit Dichtung, 11 — Anschluß R $\frac{5}{8}$ ", 12 — Schutzrohr, 13 — Unterspindel Reserveschaltung mit Dichtung, 14 — Schließbolzen Reserveschaltung, 15 — Druckfeder mit Pilz, 16 — Widerlager, 16 a — Widerlagersicherung, 17 — Platte mit Gelenk und Zugstange, 18 — Überwurfmutter, 19 — Linsenschraube, 20 — Verbindung Platte — Gelenk, 21 — Dichtung, 22 — Ring, 23 — Verschlußmutter, 24 — Anschluß für Manometer

Bild 24 Vorbereitung zur Lagerung

Bild 25 Prinzipieller Ablauf der Prüfung von Geräten

Bild 26 Ablaufplan für die Überprüfung von Reglern

Bild 27 Ablaufplan für die Überprüfung von Traggestellen

Bild 28 Ablaufplan für die Überprüfung von Flaschen

Bild 29 Elektrochemische Korrosion an einer Berührungsstelle von Eisen und Kupfer

Bild 30 Elektrolytische Korrosion

a Wasserstoffkorrosion (saures Medium)

b Sauerstoffkorrosion (schwach saures, neutrales oder basisches Medium)

Bild 31 Lokalelement

Erscheinungsformen der Korrosion

a Oberflächenabtragung

Korrosionsverlauf nahezu parallel zur Oberfläche, häufigste Korrosion, jedoch relativ ungefährlich, Querschnittsverminderung kann leicht überwacht und konstruktiv berücksichtigt werden. Chemische, elektrochemische, mechanische Ursachen.

c Kontaktkorrosion

Bei Verbindung zweier Metalle mit unterschiedlichem elektrochemischem Potential. Elektrochemische Zerstörung des unedlen Metalls. Bei Kontakt — Metall — Verbindung (Belagskorrosion) Zerstörung des Metalls.

d Interkristalline Korrosion

Korrosion entlang der Korngrenzen ins Innere, äußerlich nicht wahrnehmbar, daher sehr gefährlich.

e Spannungsrißkorrosion

Aufreißen der Oberfläche als Folge der gleichzeitigen Wirkung innerer Spannungen, mechanischer Belastungen und eines Elektrolyten.

f Spaltkorrosion

An Überlappungen (Schraub-, Niet-, Punktschweißverbindungen), Spalten und scharfen Kanten in Gegenwart eines Elektrolyten aufsetzende Korrosion.

g Ermüdungskorrosion

Transkristalliner Bruch als Folge mechanischer Dauer- oder Wechselbeanspruchung bei gleichzeitiger Entwicklung schwacher Elektrolyte.

h Selektive Korrosion

Bei Legierungen auftretende selektive Auflösung eines Legierungspartners.

- Bild 33 Anschluß für Druckluftflaschenventil
- Bild 34 Regleranschluß mit Dichtscheibe
- Bild 35 Regleranschluß mit Rundring
- Bild 36 Wirkungsweise der Rundringdichtung
- Bild 37 Manometeranschlußzapfen für M 12 × 1,5 und M 20 × 1,5
- Bild 38 Manometereinschraublöcher
- Bild 39 Bezeichnungsbeispiel für Druckluftflasche, Vorder- und Rückseite

AG 217,105/73 1006 W/V/6/1-10