

Dräger PA61/II und Duomat

Die letzten beiden zweistufigen Kompaktregler aus Lübeck

Von Franz Rothbrust

Als zweistufige Ergänzungen zu den einstufigen Automaten Dräger PA61/1 und Monomat [1], wurden sie in den Handel gebracht. Sie verfügen über einen baugleichen zweistufigen Druckminderer. Es handelt sich also um zwei Ausführungen eines Konstruktionsprinzips.

PA61/2 1962 – 1971, Erste Ausführung



Bild 01

Der Atemregler wird im **Drägerheft 249 Okt-Dez 1962** [08] von seinen Konstrukteuren beschrieben. Mit freundlicher Genehmigung von Dräger können wir den Artikel nachdrucken. Dieser ist so belassen, wie er damals verfasst wurde. So ist von „Preßluft“ die Rede, heute verwendet man den Begriff „Druckluft“. Den Luftdruck bezeichnen wir mit der international eingeführten Einheit „bar“ statt „atü“. Das Hochdruckventil schließt zu Neudeutsch „down stream“, früher war das jedoch allgemeinverständlicher „schließt mit dem Druck“, formuliert.

Der Lungenautomat PA 61/II für Leichttauchgeräte für Gewerbe und Sport

Von Oberingenieur Ernst WARNCKE und Ingenieur Fritz LENZINGER, Lübeck

Allgemeines

Ein Lungenautomat für leichte Preßlufttauchgeräte hat die Aufgabe, den Druck der in den mitgeführten Vorratsflaschen enthaltenen Preßluft auf den Atemdruck zu reduzieren und dem Taucher bei jedem Atemzug die erforderliche Luftmenge zuzuführen. Außerdem soll durch den Lungenautomaten der Druck der Atemluft in den Atemorganen selbsttätig dem Wasserdruck der jeweiligen Tauchtiefe angeglichen werden. Die Druckreduzierung der Preßluft auf den Atemdruck kann wie beim Lungenautomaten PA 61 in einer

Stufe oder – wie beim älteren Lungenautomaten PA 60 – in zwei Stufen erfolgen. Beide Systeme haben Vor- und Nachteile. Der einstufige Lungenautomat zeichnet sich durch eine einfache Bauweise und große Luftlieferleistung aus.

Nachteilig ist die starke Abhängigkeit des Einatemwiderstandes vom jeweiligen Vordruck in der Preßluftflasche, da dieser direkt auf das lungenautomatische Ventil wirkt. Beim zweistufigen Lungenautomaten bleibt dagegen der Einatemwiderstand nahezu unbeeinflusst vom jeweiligen Flaschendruck, da bei diesem System der Flaschendruck zunächst in einem Druckminderer auf einen etwa gleichbleibenden Arbeitsdruck reduziert wird, der dann auf das lungenautomatische Ventil wirkt. Als Nachteile des bisher gebauten zweistufigen Lungenautomaten müssen die ziemlich komplizierte Bauweise und die zum Tauchen in größeren Tiefen nicht immer ausreichende Luftlieferleistung angesehen werden.

Bei der Entwicklung und Konstruktion des neuen zweistufigen Lungenautomaten PA 61/II ging es nun darum, die Vorteile des einstufigen Systems mit dem Vorteil des zweistufigen Systems zu vereinen und damit die große Luftlieferleistung und die einfache Bauweise mit dem gleichbleibend niedrigen Einatemwiderstand zu verbinden. Die durchgeführten Versuche und praktischen Erprobungen zeigten, daß der Lungenautomat PA 61/II dieser Konstruktionsaufgabe und allen Forderungen entspricht, die man an einen leistungsfähigen Lungenautomaten für Preßlufttauchgeräte stellen muß. Die Luftlieferleistung des Lungenautomaten ist so bemessen, daß die für Leichttauchgeräte üblichen Tauchtiefen ohne Schwierigkeiten erreicht werden können.

Beschreibung des Lungenautomaten PA 61/II

(zu Bild 02)

Der Druckminderer und das lungenautomatische Hebelventil sind fest in einer stabilen Bodenschale untergebracht. Außen an der Bodenschale befindet sich der Handanschluß mit Außengewinde R 5/8", entsprechend der deutschen Norm und der einiger anderer europäischer Länder. Der Handanschluß in der seit langem bewährten Ausführung gestattet es, den Lungenautomaten mühelos an eine Preßluftflasche bzw. an das Verbindungsstück eines Mehrflaschenpaketes ohne Schlüssel anzuschließen.

Der Druckminderer ist als Bolzendruckminderer* in der einfachen Ventilkegelbauweise ausgeführt. Diese Bauart wurde von dem bereits in großer Stückzahl verbreiteten und erprobten Druckminderer der Preßluftatmer PA 37 und DA 58 übernommen.

(* Anmerkung: „Bolzendruckminderer“ ist eine Bauform von Druckminderern, die ein Kegelventil hatten, Erklärung siehe [09]. Es geht nicht um die Unterscheidung zwischen Membran- und Kolben-Druckminderern.

Am Druckminderer-Gehäuse ist das Lungenautomatische Hebelventil angebracht. Das Hebelventil öffnet wie bei dem älteren Modell PA 60 und beim Preßluftatmer PA 51 mit dem Druck und wirkt dadurch gleichzeitig als Sicherheitsventil für den Druckminderer. Der Ventilhebel ist drehbar am Druckminderer-Gehäuse gelagert. Die erforderliche Schließkraft für das Hebelventil bietet eine Druckfeder.

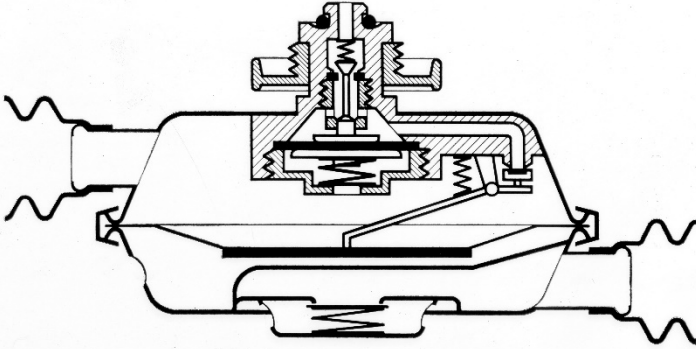


Bild 02: Schnittzeichnung des Lungenautomaten PA61/II

An der Bodenschale befindet sich der Anschlußstutzen für den Einatemschlauch. In der Mitte der Deckelschale ist das Ausatemventil so angeordnet, daß die Ausatemluft direkt – das heißt nicht erst in den Membranraum und durch die seitlichen Bohrungen – ins Freie bzw. ins Wasser strömt. Durch diese Maßnahme wird der Ausatemwiderstand beim Tauchen wesentlich herabgesetzt, weil das Wasser nicht bei jedem Ausatemzug wieder aus der Membran herausgedrückt werden muß. Diese Anordnung ist auch deshalb zweckmäßig, da sonst bei Verwendung von ventillosen Mundstücken das Arbeiten des Ausatemventils durch die Membran gestört wird, weil beim Ausatmen auch in der Einatemkammer ein leichter Überdruck entsteht und die Membran angehoben wird.

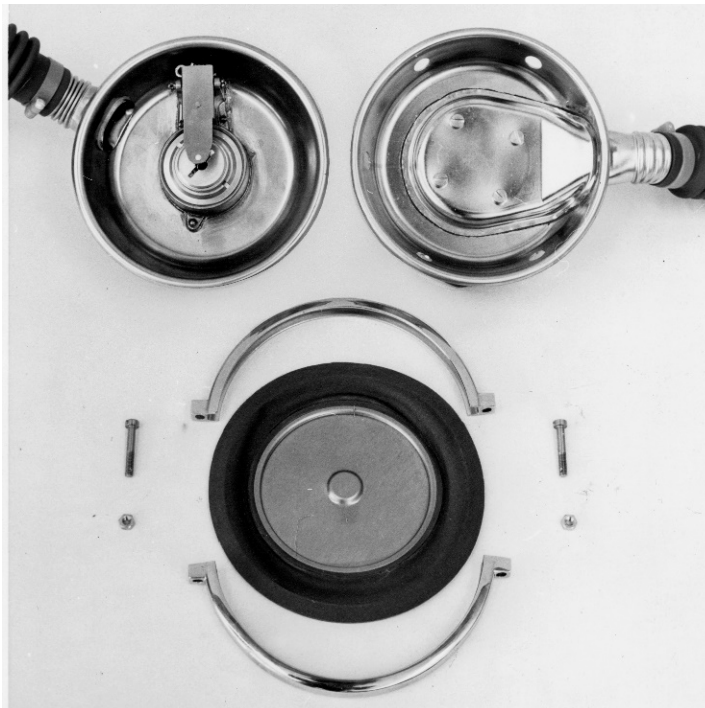


Bild 03: Lungenautomat PA61/II mit geöffnetem Gehäuse

Das Ausatemventil ist als federbelastetes Glimmerscheibenventil ausgebildet und mit einem Knöpferring aus Neoprene in die Deckelschale leicht austauschbar eingeknopft. Ein kräftiger Deckel schützt das Ausatemventil vor Beschädigung. Die Öffnungen in der Deckelschale dienen jetzt nur noch dem Druckausgleich des Lungenautomaten. Durch zwei Spannringhälften ist die leichtbewegliche Membran zwischen Boden- und Deckelschale sicher eingespannt.

Die alterungsbeständigen Neoprene-Faltenschläuche sind am Ende jeweils mit einem Schraubverschluß versehen, so daß je nach Wahl verschiedene Atemanschlüsse verwendet werden können. Für die Befestigung der Faltenschläuche wurden an Stelle der bisher üblichen Perlonschnur-Einbindung Schlauchschellen aus hochwertigem flexiblem Kunststoff gewählt. Dadurch können evtl. schadhaft gewordene Faltenschläuche auch von einem Laien leichter ausgewechselt werden.



Bild 04: Ausatemventil am Gehäuse des Automaten PA61/II

Der Lungenautomat PA 61/II ist auch für Mehrflaschenpakete - an Stelle des R 5/8"-Handanschlusses – mit dem in einigen Ländern üblichen, jedoch nicht genormten Bügelanschluß lieferbar. Das Verbindungsstück des Mehrflaschenpaketes ist dann dem Bügelanschluß entsprechend ausgeführt.

Atemanschlüsse für den Lungenautomaten PA 61/2

Als Atemanschluß kann für den Lungenautomaten PA 61/2 ein ventilloses Mundstück oder ein Gummiventilmundstück verwendet werden, beide jeweils in Verbindung mit einer Einfenster-Taucherbrille, ferner die Vollsichtmaske Modell 61 T.

Durch die Lösbarkeit der Faltenschläuche vom Atemanschluß kann die Wahl des Atemanschlusses den jeweiligen Einsatzbedingungen entsprechend getroffen werden: Für Taucherarbeiten in schmutzigem, kaltem Wasser eignet sich besonders die Vollsichtmaske, während für das Sporttauchen sehr häufig die Mundstückatmung bevorzugt wird. Außerdem ergibt die Lösbar-

keit der Faltenschläuche vom Atemschluß den Vorteil, daß Lungenautomat und Atemschluß leichter und gründlicher gereinigt und desinfiziert werden können. Ferner ist jedem Taucher die Möglichkeit gegeben, sein eigenes Mundstück anzuschließen, wenn mehrere Personen denselben Lungenautomaten benutzen.



Bild 05: Lungenautomat PA61/II mit Maske, Faltenschläuchen und Mundstücken mit und ohne Ventile

Das bisherige Ventilmundstück aus Metall wurde wegen Kosten- und Gewichtsersparnis durch ein neues Gummiventilmundstück ersetzt. Die Ausführung der Rückschlagventile und die Abmessungen der Ventilquerschnitte des neuen Ventilmundstücks wurden so gewählt, daß durch das Ventilmundstück keine nennenswerte Erhöhung der Atemwiderstände erfolgt. Das neue Ventilmundstück besteht aus einem Neopren-Rohrteil mit angeformtem Mundstück, dem Ventilträger mit dem Anschlußgewinde für die Atemschläuche, den einknopfbaren Ventilkreuzen, die ebenfalls aus Neopren hergestellt sind, und den Ventilscheiben. Die Ventilträger sind in das Rohrteil eingeknopft und durch Kunststoffschellen gehalten.

Wirkungsweise des Lungenautomaten PA 61/II

In Bild 02 ist der Lungenautomat vereinfacht im Schnitt dargestellt. Durch den Hochdruckanschluß strömt die Preßluft zum Druckminderer, wird auf einen etwa gleichbleibenden Druck von ca. 5 atü reduziert und gelangt weiter bis zum Hebelventil, das zunächst durch die Kraft der Druckfeder geschlossen bleibt.

Durch den beim Einatmen entstehenden Unterdruck bewegt sich die Membran mit ihrer verstärkten Mitte nach unten. Dabei wird der Ventilhebel entgegen der Wirkung der Druckfeder ebenfalls nach unten bewegt, so daß sich das Hebelventil von seinem Sitz abhebt.

Nun strömt die Luft - sich auf den Atmungsdruck entspannend - in den Raum unterhalb der Membran und weiter über den Einatemschlauch zu den Atemorganen. Die Ausatemluft gelangt über den Ausatemschlauch in die Kammer unterhalb des Ausatemventils, das durch den entstehenden leichten Überdruck geöffnet wird, so daß die Ausatemluft ins Freie strömt.

Durch die Bohrungen in der Deckelschale drückt bei zunehmender Tauchtiefe der Wasserdruck auf die Membran und öffnet dadurch solange das Hebelventil, bis auf beiden Seiten der Membran der gleiche Druck herrscht. Damit ist auch in den Atemwegen und -organen ein

Druck gebildet, der dem Druck der Wassertiefe, in der sich der Taucher gerade aufhält, entspricht. Dieser Druckausgleich wirkt gleichzeitig auf den Druckminderer, so daß der eingestellte Arbeitsdruck von etwa 5 atü unabhängig von der Tauchtiefe als Differenzdruck erhalten bleibt.

Weil bei diesem zweistufigen Lungenautomaten der Öffnungswiderstand äußerst niedrig ist, hat das Ausatemventil durch den Einbau einer Feder einen höheren Öffnungswiderstand als das lungenautomatische Ventil. Dadurch wird auch bei diesem leicht öffnenden Lungenautomaten in allen Tauchlagen ein selbsttätiges Abblasen von Luft vermieden.

Der neue Lungenautomat PA 61/II, in Funktion und Bauweise ausführlich beschrieben und mit seinen Vorgängern PA 61 und PA 60 verglichen, vereint in sich große Luftlieferleistung, niedrigen Einatemwiderstand und einfache Bauweise.

Soweit der Beitrag von Dräger.

Das Ausatemventil

Das Ventil wird nur kurz beschrieben, es ist eine aufwändige Konstruktion und verdient genauer betrachtet zu werden. Es dichtet über eine runde Scheibe aus Glimmer ab, die von einer Feder auf einen rundumlaufenden Dichtsitz gedrückt wird. Es ist vereinfacht in der Schnittzeichnung 2 im Text [08] zu sehen. Die Bauart wurde auch in anderen Anwendungen, z.B. bei Atemgeräten der Grubenrettung, verwendet.

Von Peter Jackson (HDS UK ehemaliger Ingenieur bei Siebe Gorman) bekam ich zu Glimmer die folgenden Informationen:

Glimmer ist ein in der Natur vorkommendes Schichtsilikat und hat viele vorteilhafte Eigenschaften für den Unterwassereinsatz:

Es ist sehr flach, kann in jede gewünschte Stärke gespalten werden.

Es ist sehr hart und widerstandsfähig.

Es ist sehr leicht und transparent.

Es ist leicht in Kontur zu schneiden.

Es altert nicht.

Es ist formstabil, wölbt sich nicht.

Es ist weder hitze- noch kälteempfindlich.

Es ist beständig gegen die meisten Chemikalien.

Seine Oberfläche ist sehr glatt und verhindert die Anhaftung von Fremdkörpern.

All diese Eigenschaften machen Glimmer ideal für die Verwendung als Rückschlagventil, obwohl seine Härte bedeutet, dass es keine Partikel auf seiner Oberfläche geben darf, wo es gegen den messerscharfen Ventilsitz abdichtet. Der scharfe Sitz lässt sich leicht auf einer Drehbank aus Hartmetall herstellen und ist selbst sehr eben, berührt also die Glimmerscheibe rundum gleichmäßig und sorgt für eine gute Abdichtung.

Soweit Peter Jackson.

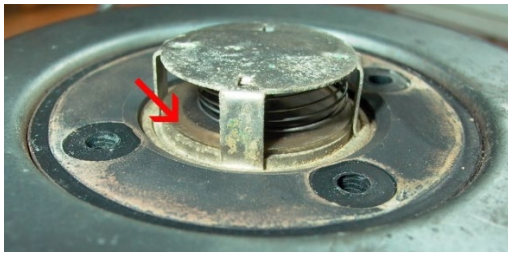


Bild 06: Glimmerventil nach einigen Jahren im Einsatz
Die Glimmerscheibe ist mit einem Pfeil markiert. Es fällt auf, dass sie fast keinen Belag aufweist im Gegensatz zu den anderen Bauteilen.

Bild 07:
Dasselbe Glimmerventil nach einer Reinigung im Ultraschallbad. Oben ist die leichtgängige Druckfeder zu sehen, die die Glimmerscheibe auf den Dichtsitz drückt. Das Gehäuse ist verschweißt, man erkennt die Schweißnähte oben und unten an der senkrechten Strebe vorn links. Eine solche Konstruktion ist nur mit einer Glimmerscheibe möglich, da sie gegen die Hitze beim Schweißen unempfindlich ist.



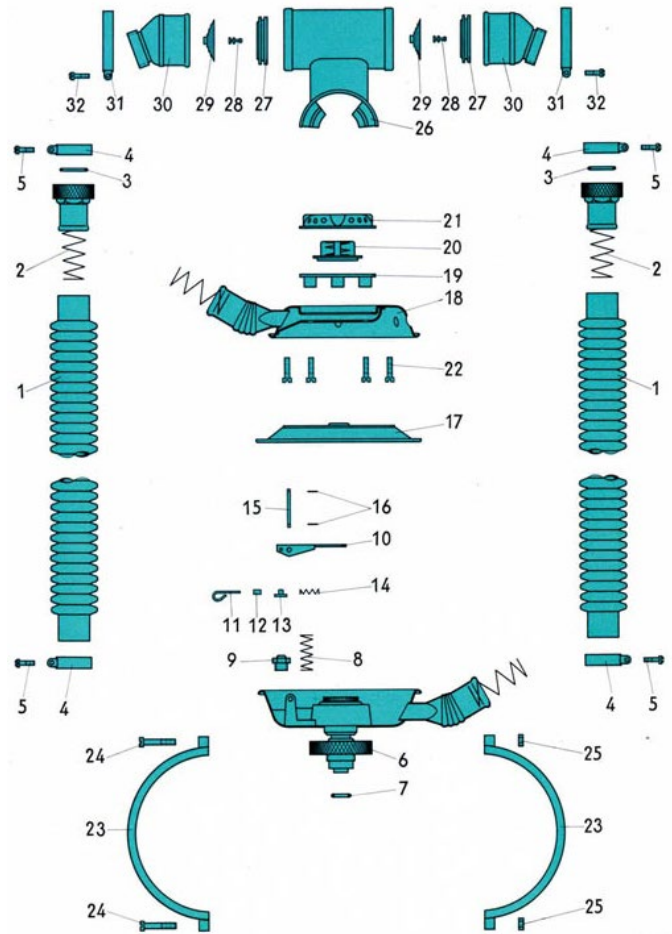
Bild 08:
Objekt stiller Begierde, die Membran

Original verpackt kaum mehr zu finden. Sie wurde beim PA61/II und Duomat verwendet.



Bild 09:
Blick auf den Druckminderer
Links die erste Stufe mit Stell- schraube und Kontermutter, rechts die zweite Stufe mit Steuerhebel.

Die Einzelteile des PA61/II



- Bild 10:**
Lungenautomat Modell PA61/II vollständig mit Handradanschluss R 5/8" 1-25
Lungenautomat Modell PA61/2 vollständig mit Bügelanschluss 1-6 8-25
 Faltschlauch 1
 Anschlussstülle vollständig (mit lfd. Nr.3) 2
 Rundschnurring 10x2,5 Peruban 3
 Schlauchschelle 4
 Linsenschraube M3x12 Din85, Messing verchromt 5
 Bodenschale mit Druckminderer (für Bügelanschluss) 6
 Rundschnurring 10x2,5; Weichgummi 7
 Feder 8
 Krater 9
 Hebel 10
 Stift 11
 Buchse 12
 Ventilteller 13
 Feder 14
 Lagerstift 15
 Splint 1,5x8 DIN94; Ms, verchromt 16
 Membran 17
 Deckelschale für Hand- u. Bügelanschluss 18
 Knöpfring 19
 A-Ventil 20
 Deckel 21
 Zylinderschraube M6x1; Ms, verchromt 22
 Spannringhälfte 23
 Schraube 25
 Sechskantmutter M4 DIN934; Ms verchromt 24

Gummiventilmundstück vollständig 26 – 32

Ventilmundstück	26
Ventilkrater	27
Halteknopf	28
Ventilscheibe	29
Anschlussstülle	30
Schelle	31

Linsenschraube M3x12, DIN85; Ms verchromt 32

Zum PA61/II gab es drei verschiedene Mundstücke, wie sie bereits für den Monomat produziert worden sind. Sie sind in der TauchHistorie [04] beschrieben.



Bild 11: Bildaufbau à la Dräger: Duomat mit Faltenschläuchen, Taucher-Vollsichtmaske R168 und Ventilmundstück

Dräger Duomat 1972 – 1980 Zweite Ausführung

Sein zweistufiger Druckminderer ist baugleich mit dem des PA61/2. Der Atemregler unterscheidet sich nur in wenigen Details von seinem Vorgänger.



Bild 12: Der farbige Aufkleber mit „Duomat“-Schriftzug ist ein Blickfang. Er sitzt in einer runden Vertiefung. Leider ist er nicht so verschleißfest wie das geprägte Firmenlogo des PA61/II.

Bild 13: Ausatemventil: Es wurde durch ein preiswerteres Schnabelventil aus Gummi ersetzt, wie es bereits im PA61/1 und Monomat Verwendung fand.



Bild 14: Mundstück

Mundstück

Der Atemregler wurde mit nur einem Mundstück aus Neopren geliefert. Es ist ergonomisch geformt, mit Richtungsventilen ausgestattet und hat abgeschrägte Schlauchansätze. Das Bissstück ist nach oben versetzt. An diesem kann zur Sicherheit ein Nackenband befestigt werden. Die Befestigungsglaschen sind links und rechts davon. Die Edelstahlschellen sind mit schwarzen Überziehern abgedeckt. Das Mundstück wurde bereits zum Dräger Monomat so geliefert.

HTG- Mitglied und ehemaliger Ingenieur bei Dräger, Werner Sartor, hat das Mundstück konstruiert und aus dem Nähkästchen geplaudert. Er hatte es während der Entwicklungsphase stundenlang im Mund, um den Tragekomfort zu prüfen. So wurde unterhalb des Mundteils eine Wulst angeformt, um das Mundstück am Kinn abzustützen. Am oberen Rand des Bisstells gibt es mittig eine Aussparung, damit es nicht an dem Häutchen oben in der Mitte über der vorderen Zahnreihe scheuert, dem sogenannten Lippenbändchen. Die gebogene Form des Mundstücks erhöht den Tragekomfort zusätzlich, da es die Faltenschläuche nach hinten wegführt.

In der Anfangsphase der Massenproduktion wurde dem Neopren Pfefferminzaroma zugesetzt, um den Geschmack nach Chemikalien zu überdecken. Die Faltenschläuche hat man unter Zusatz von Vanillearoma produziert. Diese Aromen sind hin und wieder noch zu riechen, wenn man originalverpackte Teile aus der verschweißten Folienpackung entnimmt.

Flaschendruck

Der Duomat ist für einen Flaschendruck von 300 bar ausgelegt. Das erkennt man an der längeren DIN-Welle und G5/8“-Schraube am Handradanschluss.

Tauchpraxis

Vor mehr als 30 Jahren habe ich mir aus Neugier einen gebrauchten Duomat gekauft. Nach dem ersten Tauchgang wollte ich ihn nichtmehr missen. Ich war damit ohne Probleme einmal fast 60 Meter tief. Es wurden körperlich sehr anstrengende Tauchgänge mit hohem Luftverbrauch absolviert, ich kam nie in Atemnot. Seine Wartung habe ich mir notgedrungen selbst beigebracht.

Es ist gelungen, über die Jahre genügend Ersatzteile zu beschaffen, die eine Nutzung auch in der Zukunft ermöglichen.

Seine wichtigsten Vorzüge für mich sind die bequeme Haltung im Mund und die Möglichkeit der Schalldämpfung. So ist man in der schweigenden Welt sehr leise unterwegs. Das macht die Tauchgänge zu einem besonderen Erlebnis. Man kommt Fischen viel näher als gewöhnlich.



*Bild 15: Mein schallgedämpfter Duomat
Der schwarze Vliesüberzug verkleinert die Luftblasen. Das genügt jedoch nicht, die eigentliche Lärmquelle ist nämlich das Ausatemventil. Wie man das zum Schweigen bringt, ist etwas komplizierter. Interessenten teile ich das gerne mit.*

Der Stöpsel an der grünen Kordel ist ein Eigenbau, um das Mundteil verschließen zu können. Beim Tauchen hatte ich vor einigen Jahren plötzlich eine Biene im Mund, die mein Mundstück als Schlafplatz ausgesucht hatte.



*Bild 16: Mein eigener Geräteaufbau
Ein Duomat als Hauptregler, ein Dräger Secor 300 S als Zweitregler mit einem Hoch- und zwei Mitteldruck-Anschlüssen. Die Brücke ist eine Eigenkonstruktion.*

Mein Dank für die Unterstützung zu diesem Artikel geht an

Werner Sartor, ehemaliger Ingenieur bei Dräger,
Peter Jackson ehemaliger Ingenieur bei Siebe Gorman
und **Helmut Knüferman** (HTG DE),
der den Kontakt zu Dräger ermöglichte.

Alle nicht gekennzeichneten Fotos sind vom Autor.

Die Artikelserie in der TauchHistorie über die Kompaktregler von Dräger geht mit diesem Beitrag zu Ende. Es wurden folgende Automaten beschrieben:

[01] Rothbrust, Franz, Der **Delphin und die Dräger-Barakuda Kleintauchgeräte**, TH 03 /2015, S. 38
t1p.de/57jxp

[02] Rothbrust, Franz, **Dräger PA 60/1**, Der erste einstufige Zweischlauchregler von Dräger für Sporttaucher TH 06/2016, S. 36,
t1p.de/i3jtd

[03] Rothbrust, Franz, **Dräger PA 60/II** Der erste zweistufige Zweischlauchregler von Dräger für Sporttaucher, TH 07 06/2017, S. 31,
t1p.de/6yt9o

[04] Rothbrust, Franz, **Dräger PA61/1 und Monomat** - Die letzte Baureihe einstufiger Kompaktregler von Dräger, TH 17 06/22, S. 49,
t1p.de/uw0gg

[05] Rothbrust, Franz, **Dräger PA61/II und Duomat** - Die letzten beiden zweistufigen Kompaktregler aus Lübeck, TH 18 12/2022,
t1p.de/n11o3

Quellenverzeichnis:

[06] Dräger Gebrauchsanweisung PA61/II 1966,
t1p.de/qvl04

[07] Jorgensen, Sven Erik, Dräger automat PA61/IIB med et usædvanligt mundstykke, DHT 45, 2012,

[08] Warncke, Ernst, Der Lungenautomat PA 61/II für Leichttauchgeräte, DH 249, S. 2

[09] Warncke, Ernst, Druckminderer für Atemschutzgeräte, DH 300, Juni 1975

[10] Jorgensen, Sven Erik, Das Dräger-PA40-Tauchgerät und bedarfsgesteuerte Vorgänger, TH11/2019, S. 54,
t1p.de/igiff

Die Drägerhefte können über das Archiv der HTG gelesen werden:
t1p.de/a6yp