



Atemregler

Grundinformationen für Einsteiger

Text und Bilder: Michael Böhm



Anfänge des Tauchens



Jules-Vernes-Lesern ist diese Technik aus dem Roman "20.000 Meilen unter dem Meer" bekannt.



Technik von Yves Le Prieur



Jacques-Yves Cousteau

Urlaub, blaues Meer, Schnuppertauchen und vielleicht lockt ein Tauchkurs? Wer sich für das Tauchen interessiert, hört zunächst einiges an Fachbegriffen: Kompensiert, balanciert, Upstream, Viertel-Zoll, Hochdruckabgang...

Die Fachsprache schreckt ab, doch die Wirklichkeit ist weitaus weniger kompliziert. Ein kleiner Rückblick in die Historie zeigt zunächst die Entwicklung des Atemreglers. Einfache Erklärungen zu Technik und Fachbegriffen ebnen den Weg in die geheimnisvolle Technikwelt des Tauchens.

Die Anfänge des Tauchens liegen über 6.000 Jahre zurück

Bereits aus der Antike ist überliefert, dass der Mensch durch Luftanhalten die Unterwasserwelt entdeckte und für militärische Zwecke nutzte. Archäologische Funde beweisen, dass schon 4.500 v. Chr. Apnoetaucher in Asien, Indien und Arabien nach Perlen, Perlmutter, Schwämmen und Korallen tauchten. Etwa 460 bis 450 v. Chr. – so die griechische Mythologie – waren die ersten "Kampftaucher" im Einsatz, um feindliche Schiffe durch Anbohren zu versenken. Dem Mythos nach sollen diese Taucher dabei einen umgedrehten Kessel als Luftreservoir genutzt haben. Sollte dies wahr sein, wären sie die ersten Gerätetaucher der Geschichte. Seit der griechischen Antike aber ruhte die Weiterentwicklung des Tauchens bis zum Jahr 1825; bis der Engländer William

James das erste Tauchgerät erfand, das den heutigen Geräten zumindest ähnelte: Ein zylindrisches Luftreservoir, das mit einem Druck von 30 bar arbeitete. Es wurde jedoch nie klar, ob dieses Gerät je zum Tauchen benutzt wurde. Doch auch andere arbeiteten seit dem an der Erfindung von Unterwasser-Atemgeräten, im englischen als "SCUBA" bekannt – Self Contained Underwater Breathing Apparatus.

1865: Die Franzosen **Benoit Rouquayrol** sowie **Louis und Auguste Denayrouze** patentierten einen Apparat für das Atmen unter Wasser: Das "Aerophore". Der Taucher trug einem Stahlbehälter für Pressluft (ca. 15 - 25 bar) auf dem Rücken. Über verschiedene Ventile war dieser mit einem Mundstück verbunden. Das Novum: Dieses Gerät lieferte nur dann Luft, wenn der Taucher einatmete

(eine Steuermembran regelte den Vorgang). Da die Membran auch den Umgebungsdruck berücksichtigte, erfanden die Drei den ersten modernen Atemregler. Doch ganz unabhängig von einer Oberflächenversorgung war der Taucher damit immer noch nicht. Ein Schlauch förderte Frischluft in den Stahltank. Es war aber auch möglich, das Halteseil zu lösen und mit dem Tank auf dem Rücken kurzzeitig frei zu tauchen. Die "Aerophore" ist somit der direkte Vorläufer der modernen Tauchausrüstung. Der Apparat wurde über mehrere Jahre unter anderem von der französischen Marine benutzt.

Yves Le Prieur, ein Kapitän der französischen Marine, modifizierte im Jahre 1925 die Erfindung von Rouquayrol und Denayrouze. Er verband ein Ventil mit einer Pressluftflasche und befreite so den Taucher völlig von



Technische Legenden des Tauchsports: Links: Der "Spiro 8" des französischen Herstellers Spirotechnique. Rechts: Deutsche Spitzentechnik – der "Dräger Duomat" (Fotos: Udo Nestler)

Schläuchen zur Oberfläche. Der Apparat enthielt aber keinen selbsttätigen Atemregler. Dem Taucher wurde nur dann frische Luft geliefert, wenn er einen Hahn öffnete. Die ausgeatmete Luft entwich über den Maskenrand ins Wasser. Ende der 30er Jahre benutzte auch Jacques-Yves Cousteau ein Le-Prieur-Gerät. In seinem Buch "Die schweigende Welt / The Silent World" beschrieb er, dass das kontinuierliche Entnehmen von Luft nur relativ kurze Tauchgänge erlaubt. Ab 1935 wurde dieses Tauchgerät auch von der französischen Marine genutzt.

1942-43: Jacques-Yves Cousteau (damals französischer Marineleutnant) und Emile Gagnan (Ingenieur von Air Liquide, einer Pariser Erdgas-Gesellschaft) arbeiteten mit dem Ziel zusammen, einen Atemregler zu entwickeln, der schon bei leichtem Einatmen automatisch Atemluft liefert. Was niemals bekannt wurde ist, warum das Patent von Rouquayrol und Denayrouze nie weiter verfolgt wurde. Cousteau und Gagnan versahen ihren Regler mit Schläuchen und einem Mundstück und befestigten ihn an zwei Pressluftflaschen. Im Januar 1943 wird diese Entwicklung von Cousteau in der Marne, einem Fluss bei Paris, getestet. Eine

kleine Veränderung war noch nötig (das Ein- und Ausatemventil wurden auf dieselbe Höhe gebracht) und sie patentierten die sogenannte "Aqualunge", technische Bezeichnung CG45. Dieser Regler veränderte das Tauchen grundlegend. Der einfache Aufbau und die solide Konstruktion machten ihn zu einem zuverlässigen und preiswerten Atemregler und damit zur Initialzündung des Sporttauchens.

1953: "The Silent World – die schweigende Welt" wird veröffentlicht. Jacques Cousteau beschrieb in diesem englischsprachigen Buch mit Hilfe von Frederic Dumas die Entwicklung und Erprobung der "Cousteau-Gagnan Aqualunge". Die Produktion des Cousteau-Reglers bei Air Liquide deckte die Nachfrage nicht. Mitbewerber erkannten das Potential dieser Technik und brachten gleiche, teils modifizierte Geräte auf den Markt. Die Erfindung war eine technische Revolution: Wissenschaftlern und Unterwassersportlern bot sich nun die Möglichkeit zur umfangreichen Erforschung der Welt unterhalb der Wasseroberfläche.

Suchen Sie noch? Oder tauchen Sie schon?

WANTED

StartUp-Set 2007

Die Suche hat jetzt ein Ende, denn das Mares StartUp-Set wartet auf Sie. Überlegen Sie nicht lange, denn das sollten Sie sich nicht entgehen lassen:

- Atemregler REBEL 12 DIN
- Oktopus REBEL
- Tauchcomputer M2 rgbm
- Finimeter MISSION 1*
- Reglertasche BORT



Mares Qualität zum
**Setpreis
499,- Euro**
inkl. MwSt.

Nur im Mares
Fachhandel
erhältlich!
Gültig solange
der Vorrat reicht,
bis 31.08.2007.

www.mares.com



1955: Mit dem einstufigen Atemregler **Royal Mistral** folgte ein Modell, das auch heute noch für seine Zuverlässigkeit bekannt ist. 1960 entwickelt ist der zweistufigen Atemregler im Sporttauchen noch heute weltweit verbreitet.

Ende der 70er-Jahre: Wichtige Entwicklungen der Tauchtechnik und -sicherheit werden Standard: Ventile mit Reserveeinrichtung werden allmählich von Flaschenventilen ohne Reserve abgelöst, da sich das Finimeter etablierte. Tarihilfen werden fester Bestandteil der Tauchrüstung und Einschlauchregler lösten die Zweischlauch-Regler - wie zum Beispiel den "Royal Mistral" oder den "Dräger Duomat" - nach und nach ab. Doch "Halt", auch im Tauchsport ist "Retro" in: Der **Aqua Lung Mistral** im antiken Stil ist ein aktueller Zweischlauchregler - mit der Technik von heute.



Aqualung Mistral

Fachchinesisch leicht gemacht

Reine Luft und Mix

Wir unterscheiden die Taucherei nach vielerlei Gesichtspunkten, anderem nach der Art des verwendeten Atemgases: Pressluft oder andere Gasgemische wie Luft mit höherem Sauerstoffanteil (EANx oder Nitrox), Wasserstoff-Stickstoff, Helium-Sauerstoff (Heliox) und Helium-Stickstoff-Sauerstoff (Trimix) Besondere Gasmischungen werden benutzt, um tiefer tauchen zu können, als dies mit Pressluft oder Nitrox möglich wäre.

Offen oder geschlossen?

Wenden wir uns der Technik zu. Grundsätzlich differenziert man zwei Arten von Tauchgeräten: Geräte mit **offenem** und **geschlossenem** System. Bei offenen Geräten wird die gesamte ausgeatmete Luft über den Atemregler in das Wasser abgegeben. Dies ist die technische Variante, die von den meisten Sporttauchern genutzt wird. Bei geschlossenen, sog. Kreislaufsystemen (auch Rebreather-Systeme) wird die ausgeatmete Luft wieder eingeatmet, nachdem Kohlendioxid entfernt (z. B. durch Atemkalk, Lithiumhydroxid oder ähnliche Verbindungen, welche CO2 absorbieren) und Sauerstoff als Ergänzung des Luftvorrats zugeführt wurde.



Atemregler Royal Mistral

Übrigens:

Bevor das Presslufttauchgerät eingeführt wurde, waren Kreislaufgeräte bereits weit verbreitet. Insbesondere unter Militärtauchern, welche diese einsetzten, um im Wasser nicht durch aufsteigende Luftblasen entdeckt zu werden.

Einstufig und zweistufig...

Betrachten wir nochmals die Unterschiede in der Technik: Die Druckminderung von Hochdruck auf Mitteldruck kann in einer Stufe (=einstufig) oder in zwei Stufen (=zweistufig) geschehen, wobei noch in Zweischlauch- und Einschlauch - Atemregler unterschieden wird.

Der Zweischlauch-Atemregler führt die Luft über einen Niederdruck-Faltenschlauch (ähnlich dem Faltenschlauch des Jackets) zum Mundstück. Die Ausatemluft wird wieder über einen Faltenschlauch zum Atemregler zurückgeführt, da der Automat sonst frei abblasen würde, wenn die Membrane tiefer liegt als das Rückschlagventil am Mundstück. Der Vorteil dieser Automaten liegt darin, dass die Ausatemluft hinter dem Kopf des Tauchers abströmt und die Sicht nicht behindert - ein Vorteil vor allem für UW-Fotografen. Nachteilig ist, dass in waagerechter Schwimmlage beim Einatmen ähnlich wie beim Schnorcheln immer eine Druckdifferenz überwunden werden muss, da die Membran des Atemreglers über der Lunge liegt. Beispiele für Zweischlauchregler sind die bereits genannten von Spirotechnique oder Dräger.

Einschlauchregler sind die heute gängigen Systeme.

Der Atemregler – 1. und 2. Stufe

Einstufige oder zweistufige Atemregler bilden die grundsätzliche Unterscheidung. Zweistufige Einschlauchregler sind die heute gängigen Systeme; der Schwerpunkt liegt demzufolge auf dieser Bauform:

Die 1. Stufe

Die Aufgabe der ersten Stufe eines Atemreglers lässt sich mit einem Wort beschreiben: Druckminderer. In der Pressluftflasche herrscht ein Druck von 200 oder gar 300 bar – zum Atmen natürlich viel zu hoch! Die erste Stufe reduziert diesen auf den so genannten Mitteldruck und leitet die Luft über einen Mitteldruckschlauch an die **2. Stufe**. Wie wir wissen, herrscht je nach Tiefe ein unterschiedlicher Umgebungsdruck. Damit der Taucher stets "normal" atmen kann, wird der aktuell vorliegende Druck von der ersten Stufe technisch berücksichtigt. Der Mitteldruck liegt je nach Vorgabewert und Einstellung etwa neun bis zehn bar über dem jeweiligen

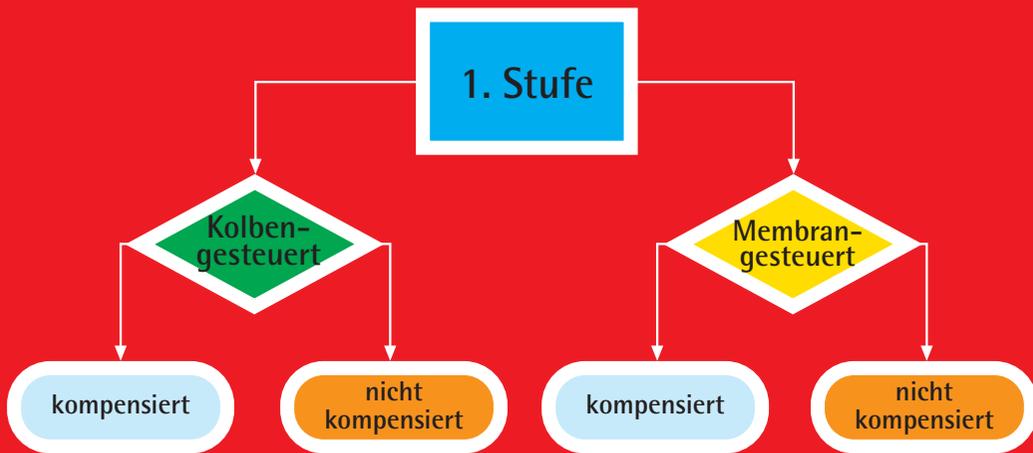
Umgebungsdruck. Diese Druckdifferenz bleibt in jeder Tiefe erhalten.

Bei den ersten Stufen haben sich verschiedene Bauweisen entwickelt. Man unterscheidet Kolben- und membran gesteuerte Mechanik.

Der Unterschied: Kolben – Membran

Das Grundprinzip ist bei allen Bauformen der ersten Stufen gleich: Auf der einen Seite wirkt der Hochdruck der Flasche, dem entgegen wirken Umgebungsdruck und Federkräfte. Beginnt der Taucher mit der Atmung, wird das

Falsch: Mit Kreislaufgeräten gibt es keine "Dekokrankheit". Ein oft verbreitetes Gerücht, denn auch mit geschlossenen Tauchgeräten wird die Tauchphysik nicht ausgehebelt. Die Einhaltung der Nullzeitgrenzen gilt auch hier bzw. ohne korrekte Dekompression ist der Kreiseltaucher der gleichen Problematik ausgesetzt.



Kräfteverhältnis so geregelt, dass das Ventil vom Ventilsitz abhebt und Lüft strömt. Beim Kolbengesteuerten Modell werden Kräfte über einen Kolben, bei Membrangesteuerten über eine Membran und eine Ventilstange an das Ventil übertragen. Warum gibt es die beiden Bauformen? Beim membrangesteuerten Regler kommen keine beweglichen Teile mit Wasser in Kontakt. Sie zeichnen sich durch eine sensiblere Steuerung aus, Korrosion ist bei richtiger Wartung und Handhabung nahezu

ausgeschlossen und sie bieten hohen Schutz vor Vereisung! Durch ihr "trockenes Innenleben" sind Membrangesteuerte 1. Stufen für kalte und stark verschmutzte Gewässer prädestiniert. Kolbengesteuerte erste Stufen sind sehr einfach im Aufbau, jedoch anfällig für Verschmutzung und innere Korrosion. Da bewegliche Teile mit Wasser in Kontakt kommen, sind sie prinzipiell anfälliger für Vereisung.

Balanciert, unkompensiert...

Damit die Vielfalt der Fachbegriffe nicht endet, gibt es diese beiden Varianten auch noch in den Ausführungen "kompensiert" und "nicht kompensiert". Statt kompensiert wird auch der Begriff "balanciert" verwendet, welches aber identisches Prinzip beschreibt.

Kompensiert oder balanciert heißt ausgeglichen. Was wird aber ausgeglichen? Wir erinnern uns: 200 oder gar 300 bar müssen auf einen Mitteldruck von rund 10 bar reduziert werden. Damit die Luft nicht permanent ausströmt, sondern nur bei Bedarf, muss die Gegenkraft

einer Feder wirken und ein Ventil schließen. Kompensation bezieht sich auf wirkende Kräfte. In der ersten Stufe überträgt ein Kolben oder ein Ventilstift die Kräfte der Luft und der Federn. Bei einer unkompensierten ersten Stufe wirkt zudem der Umgebungsdruck auf diese Teile, und zwar gegen ihre Bewegungsrichtung.

Was heißt "dagegen"?

Vereinfacht kann man sich das so vorstellen: Der Kolben, das Ventil arbeitet von links nach rechts, waagrecht - aus Sicht des Betrachters. Die Luft der Flasche drückt von links, der Federdruck wirkt von rechts: Flaschendruck arbeitet gegen Federdruck. Nun wirkt der Umgebungsdruck von oben oder unten, also quer zur "Fahrtrichtung" des Kolbens/Ventils. Er beeinflusst somit die Atemarbeit, konkret das Schließen und Öffnen des Ventils. Nachteil dieses unkompensierten Systems: Wird der Flaschendruck geringer, sinkt der Mitteldruck leicht ab. Für den Taucher bedeutet dies am Ende des Tauchgangs einen etwas erhöhten Atemwiderstand. Ein Downstreamventil öffnet sich immer mit dem Luftstrom. Die einströmende Luft übt auf den Ventilträger der 2. Stufe eine Kraft aus und öffnet so das Ventil. Damit die Luft immer nur auf Abruf fließt, muss

Luft fließt. Die Vorteile dieser Bauform: Die Regler sind robust, zuverlässig und daher seit Jahrzehnten in aller Welt im Einsatz. Ein weit verbreiteter Vertreter eines unbalancierten, kolbengesteuerten Reglers ist der Scubapro Mk 2. Bei einem kompensierten bzw. balancierten System wird der Ventilstift oder der Kolben nicht frei vom Umgebungsdruck gehalten. Diese Kraft wirkt nun nicht mehr gegen die anderen Kräfte, sondern wird technisch so umgeleitet, dass sie in Bewegungsrichtung des Ventils oder Kolbens am Kräftespiel beteiligt ist: Die Kräfte kompensieren sich.

Klingt kompliziert, ist es aber nicht! Ein leicht "hinkender" Vergleich mit einem Beispiel aus dem Haushalt: Der Ablauf eines Waschbeckens oder einer Duschwanne wird verschlossen. Lässt man Wasser hinein, wirkt der Druck des Wassers auf den Stöpsel. Um den Stöpsel zu ziehen, bedarf es einer gewissen Kraft gegen den Wasserdruck. Verwendet man nun einen rohrförmigen Verschluss, der bis an die Oberfläche reicht, so ist

der Kraft der einströmenden Luft eine andere entgegengesetzt werden: eine Feder schließt das Ventil. Deren Kraft hält den Ventilsitz so lange geschlossen, bis der Taucher einatmet. Er überwindet die Federkraft (Einatemwiderstand), das Ventil öffnet und



der Abfluss frei vom Druck der Wassersäule darüber und der Stöpsel lässt sich ohne großen Kraftaufwand ziehen. So etwa kann man sich die Kompensation vorstellen.

Ein richtiger Klassiker der Topklasse ist die 1. Stufe MARES MR22 – kompensiert, membrangesteuert, unkompliziert im Aufbau und zuverlässig. In Verbindung mit der 2. Stufe Abyss ein gut eingespieltes Team.

Die 2. Stufe – der Lungenautomat

Der Mensch ist nur bei einem maximalen Druckunterschied zwischen Atemluft und Umgebungsdruck von 0,14 bar in der Lage zu atmen. Die Aufgabe der zweiten Stufe ist nun diesen Mitteldruck entsprechend dem Umgebungsdruck so zu dosieren, dass der Taucher stets Luft mit dem passenden Druck zur Verfügung hat.

Zum Begriff des Lungenautomaten: Historisch bedingt wird meist der gesamte Atemregler als Lungenautomat bezeichnet. Das ist technisch gesehen nicht korrekt, da es nur bei den Zweischlauchautomaten zutrifft. Beim Einschlauchatemregler ist die 2. Stufe der eigentliche Lungenautomat.

Übrigens: Auch bei den zweiten Stufen existieren die beiden Bauformen "kompensiert" und "unkompensiert", denn auch dort arbeitet ein Ventil.

Upstream oder Downstream?

Downstream heißt "stromabwärts", upstream folglich "stromaufwärts". Bei beiden Systemen ist das Ventil direkt der Kraft der einströmenden Luft ausgesetzt – es befindet sich "im Strom". Downstreamventile werden von der Luftkraft

geöffnet. Daher erfüllen Downstreamventile einen wichtigen Sicherheitsaspekt, das sogenannte "Fail Safe-Prinzip": Bei einer Fehlfunktion der 1. Stufe wird der Atemregler zwar abblasen, aber niemals die Luftzufuhr unterbrechen! Upstreamventile hingegen werden in Luftströmrichtung geschlossen.

Das Downstreamventil ist immer ein Kompromiss zwischen Luftliefermenge und Atemwiderstand: Je kleiner die Einlassbohrung, desto geringer ist der Downstreameffekt (also Einatemwiderstand), aber auch die Luftliefermenge. Will man diese zum Beispiel durch eine größere Bohrung erhöhen, würde man auch den Einatemwiderstand vergrößern. Abhilfe schafft nur eine Balancierung/Kompensation.

"Downstreamer" haben sich mittlerweile durchgesetzt. Beim balancierten Ventil ist die Downstreamkraft der einströmenden Luft technisch fast völlig eliminiert. Es wird weniger Federkraft benötigt, um das Ventil geschlossen zu halten und die Feder ist dadurch kleiner, sensibler. Der Taucher hat so nur eine sehr geringe Atemarbeit aufzubringen, um den Luftstrom in Gang zu setzen.

Mag nun der Eindruck entstehen, Upstream-Regler hätten unüberwindbare Nachteile – ganz im Gegenteil: Atemregler aus dem Hause **Poseidon** wie die **Cyklon-**, **XStream-** oder **Jetstream-**Reihe stehen mit ihrem exzellenten Ruf nicht nur in der Gunst der Profis – seit Jahren.

Die Fülle der technischen Varianten am Markt der Tauchsportartikel bleibt bestehen, lässt sich mit der ausführlichsten Erklärung nicht

verringern. Soll sie auch nicht, denn jedes System hat seine Vorteile und Berechtigung. Entscheiden muss der Taucher, was für seine Anforderungen und Vorlieben am besten geeignet ist.

Ein Bericht von Michael Böhm

Glossar in Kurzform:

Atemgas: Luft oder andere sog. Gasgemische wie Nitrox, Heliox, Trimix etc.

Offenes System:
"Normaler" Atemregler

Geschlossenes System:
Kreislaufgerät, Rebreather

1. Stufe:
Druckminderer, von bspw. 200 auf 10 bar

2. Stufe:
Der eigentliche Lungenautomat.
Reduziert Druck auf Umgebungsdruck

Balanciert = Kompensiert:
bei sinkendem Flaschendruck kein erhöhter Atemwiderstand

Downstream-Ventil:
öffnet mit Luftstrom

"Fail Safe-Prinzip" bei Atemreglern:
Fehlfunktion tritt auf, Automat bläst ab, Atmung trotzdem möglich

Emperor Fleet

Luxus-Tauchsafaris in einer neuen Dimension!



Tauchspaß
pur bei
höchstem
Komfort

NITROX inklusive

Mit Emperor Fleet zu den besten Tauchplätzen im Roten Meer

Wir bieten excellenten Service inklusive Vollpension in aller nicht-alkoholischer Getränke, geräumige und voll ausgestattete klimatisierte Kabinen, Saloon, Bar, Handtücher und Bademäntel, limitierte Anzahl an Gästen.

*Alternativ zu unseren Tauchsafaris bieten wir Tagestouren an in Nuweiba, Sharm, Hurghada, Marsa Alam



Alle Safariboote
werden von zwei
Tauchguides
begleitet



Während des
ganzen Jahres
werden spezielle
Trips angeboten
- Fotoworkshops
- Singles
- Nur für Frauen
- Tec Tauchsafaris
- Familien

EMPEROR
fleet.com

Für weitere
Informationen kontaktieren Sie bitte:
info@emperordivers.de
www.emperordivers.de