

Zijn rebreathers geschikt voor recreatieve duikers? Deel 1

Veel van de uitrustingsstukken die gebruikt worden door technisch duikers zien er anders uit dan de uitrusting die gebruikt wordt door recreatieve duikers. Meestal echter zijn de basisprincipes hetzelfde. De grootste uitzondering hierop is wanneer technisch duikers rebreathers gebruiken in plaats van een open circuit (OC). De voordelen van het overgaan op een rebreather zijn heel duidelijk voor de technisch duikers, maar hoe is dat voor de recreatieve duiker. Een aantal fabrikanten heeft rebreathers gelanceerd speciaal gericht op de recreatieve markt en [Rebreather Forum 3.0](#) in 2012 heeft dit onderwerp expliciet behandeld. Een van de consensus verklaringen van uit het congres was;

Het Forum herkent en onderschrijft het initiatief van de industrie en opleidingsorganisaties om "recreatief" en "technisch" de soorten van sport rebreather duikopleidingen te karakteriseren. Deze groepen hebben verschillende operationele, opleidings- en materiaalbehoeftes.

Met de recente aankondiging van [RF 4.0](#) is dit een geweldig moment op dit onderwerp weer uit de kast te halen en te bekijken of het zinnig is voor recreatieve duikers om op rebreathers over te gaan.

Een rebreather is gewoon een manier om het gas dat door de duiker uitgeademd wordt te hergebruiken, samen met een methode om de kooldioxide, geproduceerd door de duiker te verwijderen. Het belangrijkste voordeel van een rebreather is dat hij veel efficiënter is qua gasgebruik. Wanneer we normale lucht aan het oppervlak ademen, gebruiken we tot ongeveer 4% van het gas dat we ademen in de vorm van zuurstof nodig voor ons metabolisme en ademen we de rest van de zuurstof weer uit, net als het geval is voor stikstof weer uit.

Dit betekent dat 96% van het gas dat we inademen bij iedere ademhaling wegstroomt. Op diepte wordt dit nog erger door het feit dat we gas onder een veel hogere druk inademen en dat dus iedere ademteug een veel groter volume aan lucht bevat. Op 40 m. ademen we met iedere ademhaling vijf keer het volume aan lucht in vergeleken met het oppervlak en op 90 ademen we tien keer het volume in dat we aan het oppervlak doen.

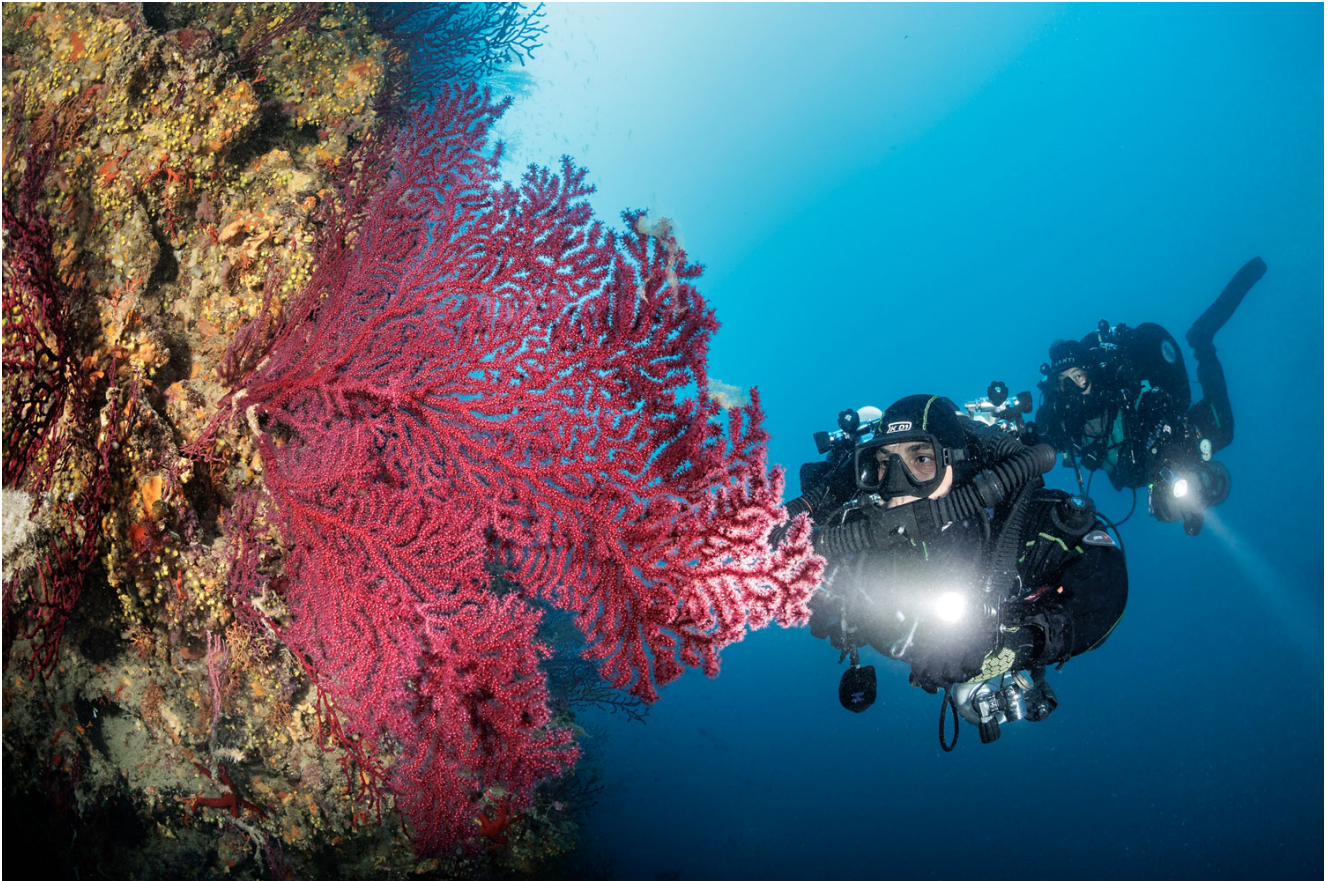
Bij iedere ademhaling stroomt dit gas uit onze tweede trap weg en bubbelt naar het oppervlak. Dit is inefficiënt omdat het lichaam nog steeds dezelfde hoeveelheid zuurstof nodig heeft, maar we tien keer zo veel gas bij iedere ademhaling verspillen om het binnen te kunnen krijgen. Dit is een van de redenen waarom de [gasplanning](#) en de [ademhalingssnelheid](#) voor open circuit duikers zo nauw komen.

De beperkende factor voor een open circuit duik naar 90 m is vrijwel zeker de hoeveelheid gas die voor de duik meegenomen moet worden. Een rebreather voorkomt dit probleem door het gas dat uitgeademd wordt door de duiker te hergebruiken, doordat het grootste deel van het gas niet verspild wordt, hoeft de duiker niet net zo veel gas mee te nemen om dezelfde duik te kunnen maken.

De Technische Voordelen van een Rebreather

Een rebreather werkt door dit uitgeademde gas op te vangen en het in plaats van het te laten wegstromen hergebruikt voor de volgende ademhaling. Het kleine deel van de zuurstof dat door het lichaam werd gebruikt wordt vervangen door meer zuurstof die in de breathingloop ingevoerd wordt. Dit houdt in dat in plaats van verspilling bij iedere ademteug we al het gas hergebruiken.

Het opnieuw gebruiken van ons gas heeft drie belangrijke voordelen voor de technisch duiker.



1 - Gasduur

Ten eerste hoeven we lang niet zo veel gas te gebruiken als een open circuit duiker. De hoeveelheid gas die het lichaam nodig heeft, is min of meer dezelfde op iedere diepte en dus zal onze zuurstof net zo lang duren op 100 m als op 20 m. De rest van het gas in de breathingloop, diluent genoemd, wordt hergebruikt in plaats van verspild en dus nogmaals gebruiken we dezelfde hoeveelheid op 100 m als op 20 m. Dit betekent een enorme vermindering van de hoeveelheid gas die we nodig hebben om de duik te maken en in plaats van twin 20 l. duikflessen kunnen we twee 3 l flessen gebruiken.

Bij een open circuit ademen we veel meer gas op diepte vanwege het effect van druk en als we steeds dieper gaan moeten we steeds grotere duikflessen meenemen. Ondanks het meenemen van deze grote flessen zullen ze heel snel leeg geademd zijn en daarom wordt de hoeveelheid beschikbaar gas het meest kritieke deel van onze duikplanning.

Bij een rebreather wordt onze gasvoorraad met gelijke snelheid gebruikt, ongeacht de diepte en daarom is de hoeveelheid gas die we meenemen niet meer de beperkende factor. Dit houdt in dat een tekort aan gas bij een rebreather veel minder een zorg betekent dan voor een open circuit duiker. In plaats daarvan worden de kritische factoren waar we mee te maken krijgen de hoeveelheid decompressie die we oplopen, de duur van onze kooldioxide-absorbent en onze kans op zuurstofvergiftiging.

2 - Gaskosten

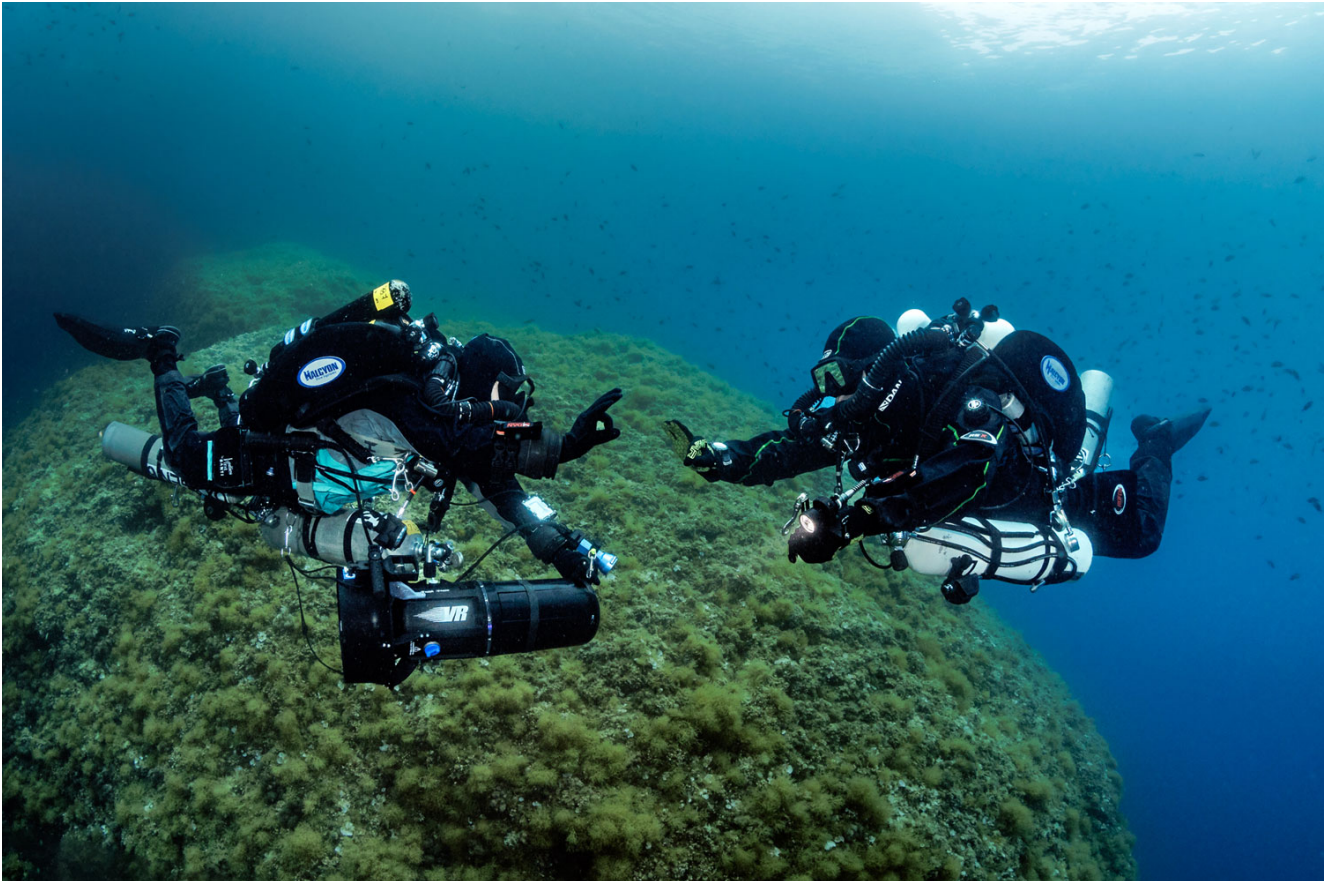
Een van de grootste factoren die een rol spelen bij de beslissing om op een rebreather over te gaan is de prijs ervan. Dit heeft twee kanten, de kosten van de rebreather, waaronder kopen en onderhouden,

afgezet tegen de kosten van open circuit duiken. Een van de grootste nadelen van open circuit trimix duiken is de kosten van het gas. Een twinset trimix kan alles kosten vanaf £ 30 voor een relatief zwak mengsel te gebruiken op 40 m tot meer dan £ 200 voor een mengsel geschikt voor duiken diepen dan 100 m.

Dit maakt van iedere trimix duik een dure aangelegenheid. Aan de andere kant gebruikt een rebreather veel kleinere flessen omdat het gas hergebruikt wordt in plaats van verspild en het gevolg is dat we er veel minder van gebruiken en de gaskosten veel lager zijn. We besteden misschien £10-£20 voor dezelfde mengels die we hierboven besproken hebben. Het gevolg is een beduidende besparing op de gaskosten in vergelijking met open circuit duiken. Dit kan heel aantrekkelijk zijn als je grote bedragen moet neertellen voor iedere open circuit vulling.

Dit moet echter wel afgezet worden tegen de kosten van de rebreather. Afhankelijk van het model kost een rebreather waarschijnlijk tussen vier- en achtduizend pond. Als je voor een ouder, tweedehandsmodel gaat, kun je er een voor minder dan dat kopen. Naast de aanschafkosten van de rebreather zul je de kosten voor de opleiding voor duiken met de rebreather moeten incalculeren, wat waarschijnlijk nog eens duizend pond kost. Bovendien zullen er ongetwijfeld extra kosten bijkomen voor extra uitrustingsstukken bij de basale rebreather. Als gevolg daarvan is het niet ongevoel dat de eerste aanschafkosten voor een rebreather oplopen tot tussen de 6 en 10 duizend pond. Het is duidelijk dat je heel veel met trimix moet duiken om genoeg te besparen om deze aanschaf te rechtvaardigen.

Het merendeel van de duikers duiken niet genoeg om het kopen van een rebreather duidelijk te rechtvaardigen waar het gaat om besparen op de kosten voor gas. Tenzij je 20 of meer trimixduiken per jaar maakt is het niet kosteneffectief.



3 - Gaslogistiek

Het derde voordeel dat het verbeterde gasverbruik oplevert is het vereenvoudigen van de gaslogistiek tijdens langere duiktrips. Open circuit duikers gebruiken wel tot twin 12L, 15L of zelfs 18L flessen voor iedere trimixduik. Daarnaast gebruiken ze soms wel tot 4 stageflessen voor decompressiegas bij iedere duik. Dit vraagt iedere dag om een heleboel extra helium en zuurstof en het iedere dag opnieuw vullen van deze grote back-up gasflessen en decompressieflessen is duur, tijdrovend en bewerkelijk.

Het feit dat een rebreather kleinere flessen gebruikt ,maakt de vullogistiek een stuk gemakkelijker. De volumes aan benodigd gas zijn veel kleiner bij het vullen van een 3 l fles dan bij twin 12 flessen en het wordt op die manier werkbaar om voldoende gas met je mee te nemen zelfs als je een week gaat duiken. Dit in tegenstelling met de situatie van het gebruiken van een open circuit waarbij grote hoeveelheden helium en zuurstof nodig zijn omdat het overgrote deel uitgeademd en verspild wordt.

Dit kan een enorm verschil maken als je geen lokale duikwinkel hebt die trimix kan vullen. Als je 50 mijl heen en weer terug moet rijden om een twinset te brengen voor een trimixvulling en je moet dat de volgende dag nog een keer doen om hem weer op te halen kan de logistiek ervan bezwaarlijk zijn. Hetzelfde geldt voor als je ergens gaat duiken zonder een gemakkelijke toegang tot een duikcentrum dat trimix kan vullen, dat de mogelijkheid om je eigen gas mee te nemen planning en logistiek gemakkelijker zal maken.

Dit gaat er natuurlijk vanuit dat de rebreather altijd naar behoren werkt. Maar voor het geval er problemen zijn met de rebreather moeten we ook open circuit gas meenemen om ons veilig naar het oppervlak terug te brengen. In dit geval hebben we een bailout fles nodig die we kunnen gaan gebruiken op de maximum diepte en we hebben dan voldoende bailout nodig om naar het oppervlak te kunnen komen en onze volledige decompressie uit te voeren.

Anders dan de open circuit duiker zal de rebreather duiker zijn stages niet gebruiken tenzij er zich een noodgeval voordoet, maar hij moet ze nog wel met zich meedragen Met een open circuit echter gebruikt de duiker de decompressiestages bij iedere duik en zal hij ze dus iedere dag weer moeten vullen.

4 - Decompressieverplichting

Nog een voordeel van een rebreather is dat hij de decompressieverplichting kan verlagen vergeleken met dezelfde duik met een open circuit. Want een duiker die een twinset en een stagefles gebruikt, kan zijn gas zo plannen dat hij het optimale mengsel op de bodem gebruikt, d.w.z. het hoogste zuurstofpercentage beperkt door fysiologische limieten ($PO_2 \leq 1,4$ ATA) om de hoeveelheid gas geabsorbeerd door het lichaam te reduceren.

Hij kan ook de keuze maken voor een decompressiegas meegenomen in de stagefles met de bedoeling ervoor te zorgen dat hij het inerte gas zo snel mogelijk kwijt raakt tijdens de decompressie. De keuze voor ieder van deze gassen zal echter altijd een compromis zijn. Voor het bodemgas zal ervoor gekozen worden om dat zo rijk mogelijk te laten zijn, maar wel met een marge voor fouten voor het geval de duik een beetje dieper gaat dat verwacht werd.

Wanneer de duiker vanaf de geplande maximum diepte opstijgt is het mengsel niet meer het optimale mengsel. Net zoals het decompressiemengsel alleen het meest optimale mengsel is op de diepte waarop de duiker er op overschakelt. Voor het overschakelen zou de duiker al naar een armer mengsel overgeschakeld moeten zijn en bij de latere stops zal er altijd een rijker mengsel zijn dan een die een snellere uitwassing gegeven zou hebben.

Een rebreather vermijdt deze problemen door voortdurend het gas dat ingeademd wordt aan te passen om ervoor te zorgen dat de minimum hoeveelheid gas wordt ingeademd. De rebreather (of de duiker in het geval van een handmatig bediende rebreather) voegt zuurstof toe om ervoor te zorgen dat de minimum hoeveelheid inert gas wordt ingeademd.

Op diepte kan de duiker ervoor zorgen dat de breathingloop van de rebreather de maximum hoeveelheid zuurstof bevat, rekening houdend met fysiologische limieten en dus met de minimum hoeveelheid inert gas. Dit zal de snelheid van de stikstofopname vertragen.

Wanneer de duiker opstijgt en zijn decompressiestop voltooit, kan hij ervoor zorgen dat het mengsel opnieuw de maximum hoeveelheid zuurstof bevat dat het uitwassen zal versnellen en de vereiste decompressie zal verkorten. Op deze manier geeft de rebreather de hele tijd het beste gas voor de diepte waarop de duiker zich bevindt.

Om dit na te bootsen met een open circuit zou een duiker iedere meter van de opstijging naar een nieuw ademgasmengsel moeten overschakelen om voortdurend toegang te hebben tot het beste decompressiegas. Om die reden wordt een rebreather soms onofficieel de beste mengselgenerator genoemd.

We kunnen zien dat voor de technisch duiker rebreathers een paar significante voordelen bieden boven open circuit duiken. In **Deel 2** gaan we kijken of recreatieve duikers van dezelfde voordelen kunnen genieten als hun technisch duiken collega's.



**TIJD OM JE DAN LIDMAATSCHAP
TE VERLENGEN?**

Controleer a.u.b. de vervaldatum op je DAN Europe lidmaatschapspasje.
Als je lidmaatschap al verlopen is, verleng hem dan vandaag nog. Jouw verlengde lidmaatschap speelt een belangrijke rol in het ondersteunen van duikveiligheid.

VERLENG NU

Over de auteur

Mark Powell had zijn eerste duikervaring toen hij 10 jaar oud was en een proefduik in een lokaal zwembad maakte. Van dat moment was hij eraan verslaafd. In 1987 leerde hij duiken en sindsdien blijft hij duiken. Mark werd in 1994 instructeur en geeft sinds die tijd actief les. In 2002 zette Mark Dive-Tech op, een op technisch duiken gericht bedrijf, met de bedoeling een technisch duikopleiding van de hoogste kwaliteit aan te bieden. Dive-Tech geeft technisch duiken opleidingen op alle niveaus tot en met CCR Advanced Mixed Gas Instructor Trainer. Mark is TDI/SDI Instructor Trainer en lid van de TDI/SDI Global Training Adviescommissie. Hij vertegenwoordigt TDI/SDI ook bij een aantal internationale standaard groepen. Hij schrijft regelmatig voor een aantal duiktijdschriften, is de auteur van "Deco for Divers" en "Technical Diving: An Introduction," en is regelmatig spreker op duikcongressen.

Vertaler: Els Knaapen