

Duiken in bergmeren

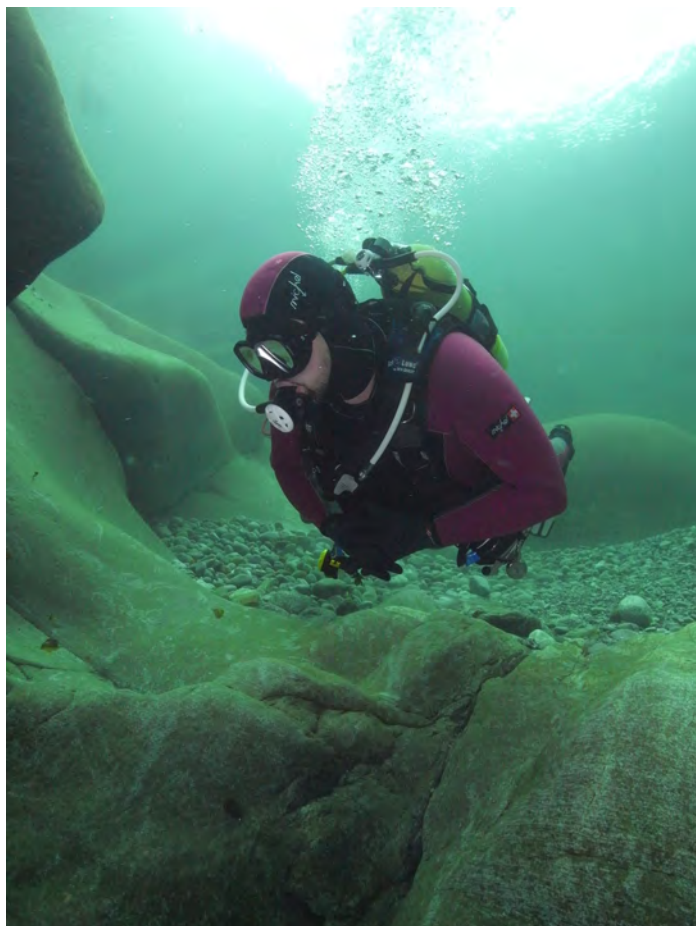


Veel van de beste duikplaatsen in zoet water bevinden zich op grotere hoogte. Er zijn rivieren met wanden van graniet die door de eeuwen heen glad geslepen zijn door het stromende water. Sommige meren hebben zulk goed zicht dat je de indruk hebt in de lucht te zweven in plaats van onder water. Geologische kenmerken, zoals steile wanden zijn ook te verwachten. Je moet je op grotere hoogte wel goed tegen de kou beschermen, maar het is de moeite waard.

De atmosferische druk is op grotere hoogte lager dan op zeeniveau. Die lagere druk heeft consequenties waar duikers rekening mee moeten houden. Alvorens in bergmeren te duiken moet je weten wat die consequenties zijn en hoe je daarmee om moet gaan. In de initiatie voor het duiken in bergmeren leer je hoe dat gaat.

Het voor de hand liggende gevolg van een duik in een bergmeer is dat de duiker bij een lagere atmosferische druk aan de oppervlakte terugkeert. Dit beperkt de tolerantie voor stikstof en vergroot zo de kans op decompressieziekte. Duikers moeten voor hun blootstelling aan stikstof rekening houden met die verminderde tolerantie.

Naast de overwegingen voor stikstof moet ook rekening gehouden worden met de lagere zuurstofdruk.



Overwegingen voor het duiken in bergmeren

Bij het duiken in bergmeren moet je rekening houden met de geringere atmosferische druk. Voor decompressieziekte ben je betroffen door de lagere partiële druk van stikstof, maar ook de lagere druk van zuurstof en de lagere totale druk brengen problemen met zich mee. De meeste duikcomputers zijn geprogrammeerd voor de bedelingen met betrekking tot stikstof. Er zijn computers die zelf meten wat de atmosferische druk is en die dan de berekeningen daaraan aanpassen. De meeste computers moeten echter door de duiker ingesteld worden en enkele computers kunnen helemaal niet op hoogte gebruikt worden. Kijk de procedures voor jouw computer na in de gebruiksaanwijzing. Wanneer duiktabellen gebruikt worden, dan moet je als duiker de berekeningen uitvoeren die normaal door de computer gedaan worden.

Er zijn in ieder geval (het omrekenen van duiktabellen met een tabel of formules, of het gebruik van een duikcomputer) bedelingen over de “puur mathematische” benadering tot duiken op grotere hoogte. Er is niet voldoende bewijs beschikbaar dat de mathematische benadering werkt. Er is ook geen bewijs dat dit niet het geval is. Er is gewoon niet voldoende onderzoek gedaan. De algemene aanbeveling is om conservatiever te duiken dan de berekeningen aangeven. Aanbevelingen zijn een langzamere stijgsnelheid, het maken van een veiligheidsstop aan het einde van iedere duik en niet vaker dan twee keer per dag te duiken. Met een juist ingestelde duikcomputer en wat extra conservatisme, zou een duik in een bergmeer hetzelfde risico op decompressieziekte moeten hebben als een duik met diezelfde computer op zeeniveau.

Het voorkomen van decompressieziekte is niet de enige zorg. Duikers die naar grotere hoogte reizen, moeten hun lichaam de tijd geven om zich aan te passen aan de lagere zuurstofdruk op grotere hoogte (het lichaam moet extra hemoglobine produceren). Door het gebrek aan zuurstof ben je minder fit dan op zeeniveau. Zolang je niet geacclimatiseerd bent moet je je langzaam bewegen tijdens de voorbereidingen voor de duik. Het kan zijn dat je af en toe moet pauzeren om op adem te komen.

Wanneer je aan het einde van een duik aan de oppervlakte komt, dan kan het lagere zuurstofgehalte je verrassen. Onder water is er geen gebrek aan zuurstof. In een meer op een hoogte van 2.000 meter is de zuurstofdruk op slechts 2 meter diepte gelijk aan de zuurstofdruk aan de oppervlakte op zeeniveau. Dat is gemakkelijk uit te rekenen: $0,8 \text{ bar atmosferische druk op een hoogte van } 2.000 \text{ meter plus } 0,2 \text{ bar waterdruk} = 1 \text{ bar}$. Dat is gelijk aan de druk aan de oppervlakte op zeeniveau. Wanneer je je op 2 meter diepte in dat meer teveel inspannt, dan kan dit bij het aan de oppervlakte komen een probleem veroorzaken. De partiële zuurstofdruk aan de oppervlakte is lager. De druk kan te laag zijn om je lichaam zich te laten herstellen. Wanneer je je aan de oppervlakte teveel inspannt, dan wordt je “gewaarschuwd”, maar op twee meter diepte blijft die waarschuwing uit.

Er is een ander aspect van het duiken in bergmeren waar je aandacht aan moet besteden. Het uitloden (in een natpak of een neopreen droogpak) op hoogte werkt niet zoals op zeeniveau. Meren op hoogte hebben zoet water en je zou dus dezelfde hoeveelheid lood moeten dragen als voor een duik met dezelfde uitrusting in een meer op zeeniveau. Wanneer je het uitloden echter met “dezelfde techniek” doet als op zeeniveau, dan zal je de indruk hebben dat je beduidend meer lood moet toevoegen dan dit het geval zou zijn op zeeniveau. Dit komt door de lagere luchtdruk op grotere hoogte. Het neopreen van je pak zet uit en

wordt dus dikker omdat de luchtballen in het pak door de lagere luchtdruk uitzetten. Dit geeft het duikpak een groter drijfvermogen aan de oppervlakte.

Wanneer je echter afdaalt, zal het pak al snel weer het “normale” volume krijgen. In tegenstelling tot wat het uitloden aan de oppervlakte je doet geloven is op grotere hoogte geen extra lood nodig. Wanneer je op grotere hoogte gaat duiken, dan is het aan te bevelen om het uitloden voor vertrek op zeeniveau te doen. Wanneer dat niet mogelijk is, dan dien je op grotere hoogte het uitloden niet alleen aan de oppervlakte te doen, maar ook op ongeveer 2 meter diepte te controleren. Met een fles met niet meer dan 50 bar zou je op 2 meter diepte moeten kunnen zweven zonder lucht aan je trimvest toe te voegen.



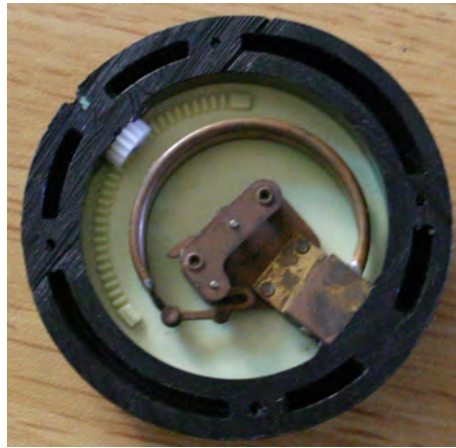
Op hoogte de diepte meten



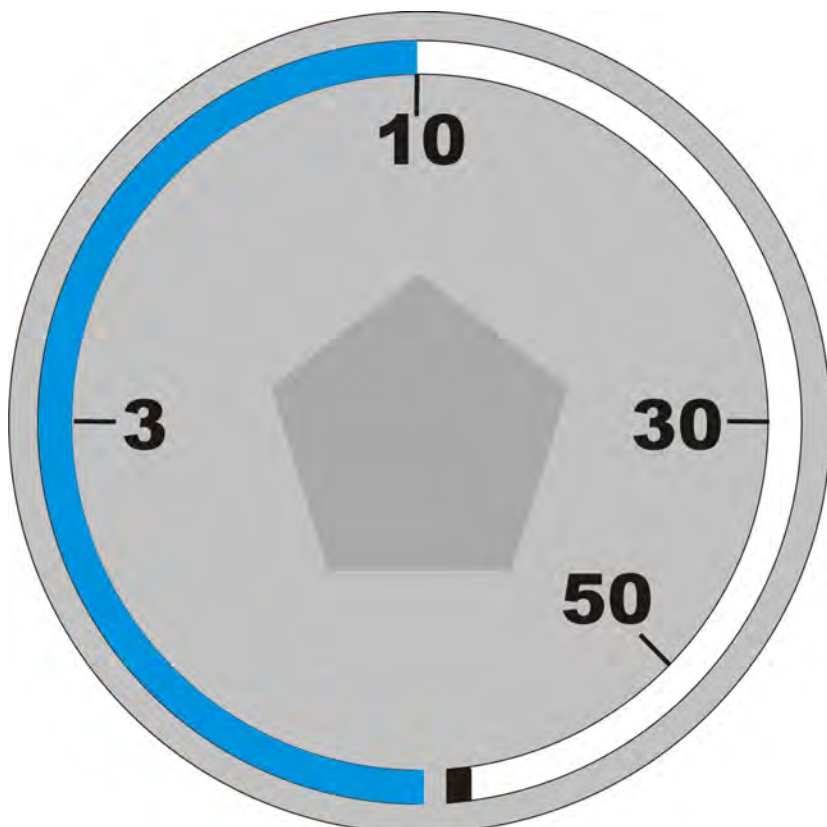
Tegenwoordig zijn de meeste dieptemeters digitaal en werken met een druksensor die de gemeten druk, door verandering in de elektrische weerstand, omzet in de diepte. Die wordt op het display aangegeven. De dieptemeter is een geïntegreerd deel van de duikcomputer. Je kunt aanvullende gegevens over de duik instellen, zoals het Nitrox mengsel. Een andere instelling is de hoogte waarop de duik gemaakt wordt. Voor het duiken in bergmeren moet je de gebruiksaanwijzing raadplegen. Sommige computers zijn voorzien van een druksensor die de atmosferische druk meet, maar de meeste modellen moet je zelf instellen.

omgevingsdruk overbrengt naar de buis.

Wanneer een bourdondieptemeter meegenomen wordt op grotere hoogte, dan zal aan de oppervlakte de wijzer onder nul staan. Wanneer de naald aan de oppervlakte 2 meter onder nul aangeeft, dan zal deze op 20 meter diepte 18 meter aangeven en op 30 meter diepte 28 meter. Membraandieptemeters (met een platte metalen schijf in plaats van een buis) hebben ook het probleem in bergmeren een te geringe diepte aan te geven. Daarom zijn analoge dieptemeters uitgerust met een knop die het mogelijk maakt om het instrument voor de duik op nul te stellen. Wanneer de dieptemeter voor de duik op nul is gezet, dan zal deze tijdens de duik de werkelijke diepte aangeven.



Een capillaire dieptemeter is een buis met een kleine diameter (vandaar de naam capillair). De diameter van de buis is kleiner dan de oppervlaktespanning van een waterdruppel. Dit betekent dat we geen water in of uit de buis kunnen gieten, zonder een aanvullende kracht toe te passen (druk). De buis gedraagt zich als een omgekeerd glas dat met lucht gevuld is. Bij een verdubbeling van de druk zal het volume van de lucht halveren (op zeeniveau is de druk op 10 meter diepte 2 bar, die het dubbele is van de atmosferische druk van 1 bar, waardoor de aflezing voor 10 meter diepte precies in het midden van de schaalverdeling valt). Sommige duikers gebruiken capillaire dieptemeters voor het duiken in bergmeren. Vanwege de werking volgens de wet van Boyle, wordt rekening gehouden met veranderingen in de atmosferische druk.



Wanneer bij een bepaald bergmeer de atmosferische druk 0,8 bar is, dan zal de buis vóór de duik met deze druk gevuld zijn. Het verdubbelen van de druk zal het volume halveren. Het dubbele van 0,8 bar is 1,6 bar. Daardoor zal de dieptemeter aangeven, dat de duiker op 10 meter diepte is, wanneer hij in werkelijkheid slechts 8 meter diep is. In tegenstelling tot de andere types dieptemeters is dit een diepte die groter is dan de werkelijke diepte (de andere dieptemeters geven bij een geringere atmosferische druk een geringere diepte). De aangegeven diepte (in dit voorbeeld 10 meter) is niet de werkelijke diepte, maar het equivalent van de diepte op zeeniveau. Met andere woorden, de theoretische diepte die op de duiktabel afgelezen wordt om te bepalen hoeveel nultijd beschikbaar is voor een duik op 8 meter diepte in een meer op deze hoogte. Capillaire dieptemeters hebben dus alleen zin wanneer met tabellen gedoken wordt.

Het gebruik van duiktabelen

Warning: a dive table can aid in preventing decompression sickness, but cannot provide any guarantee. Dive conservative and stay well within recommended limits!

Table 1 - to find pressure group at end of dive
Table 2 - to find pressure group after surface interval
Table 3 - to find nitrogen penalty for next dive
Table 4 - to find nitrogen penalty for next dive

Duiktabelen zijn gemaakt voor duiken op zeeniveau. Ze hebben een bepaalde tolerantie (bijvoorbeeld 300 meter), maar wanneer je hoger gaat, dan moet rekening gehouden worden met de lagere atmosferische druk. Dit kan op twee manieren gedaan worden. Voor veel duiktabelen zijn omrekenstabellen beschikbaar. Deze maken het noodzakelijk dat je weet op welke hoogte het meer is.

Een andere manier is het weten van de atmosferische druk (een vuistregel is een afname met 0,1 bar voor iedere 1.000 meter hoogte) en daarmee een equivalente diepte op zeeniveau berekenen. Dit is dan de theoretische diepte waarmee de duiktabel afgelezen wordt. De theoretische diepte houdt rekening met het drukverschil op hoogte en op zeeniveau.

Je weet de werkelijke waarde en zoekt de equivalente waarde:
Delen
Je weet de equivalente waarde en zoekt de werkelijke waarde:
Vermenigvuldigen
(Werkelijk is wat je in het water doet; equivalent is wat op de tabel gedrukt staat.)

De berekening wordt gedaan door de diepte van de duik door de atmosferische druk te delen. Natuurlijk speelt in de formule de atmosferische druk op zeeniveau ook een rol, maar omdat de waarde 1 is, maakt dit geen verschil wanneer we vermenigvuldigen of delen.

Op dezelfde manier kunnen de stijgsnelheid en de diepte van de veiligheidsstop berekend worden. In dat geval moet je vermenigvuldigen met de atmosferische druk. Dit omdat je nu waarden van de tabel omreken naar gegevens voor de duik, en niet andersom. Bij het berekenen van de equivalente diepte heb je de werkelijke diepte naar tabelwaarden omgerekend.

Merk op dat de berekeningen niet erg nauwkeurig zijn, omdat we aannemen dat de atmosferische druk op zeeniveau 1 bar is, terwijl we weten dat deze druk gemiddeld 1ATM of 1.01325 bar is.

Met tabellen naar grotere hoogte reizen

Voor mensen die naar het bergmeer reizen zijn verdere procedures en aanbevelingen van toepassing. Je zou kunnen zeggen dat voor deze mensen de eerste duik op hoogte al een herhalingsduik is. Wanneer je van zeeniveau komt, dan heb je meer stikstof in je lichaam dan de mensen die op hoogte geacclimatiseerd zijn. Ook met die stikstof moeten we rekening houden.

Er zijn verschillende procedures voor verschillende duiktabelen. In de regel krijg je een drukgroep toegewezen, net zoals dat het geval zou zijn na een duik. Wanneer je op hoogte bent aangekomen kun je dan gebruik maken van de oppervlakte-interval tabel. Dit om een nieuwe drukgroep te vinden na aftrek van de tijd tussen de aankomst op hoogte en de tijd waarop je gaat duiken. Net zoals je dit voor een herhalingsduik zou doen.

Wederom is dit een mathematische benadering tot het duiken op grotere hoogte. Er bestaat twijfel, of we voldoende rekening houden met alle relevante factoren. Bijvoorbeeld: wanneer we naar grotere hoogte gaan en niet geacclimatiseerd zijn, dan moet onze bloedsomloop harder werken om het gehele lichaam van voldoende zuurstof te voorzien. Deze verandering in circulatie kan een negatief effect op het ontwikkelen van decompressieziekte hebben. In het mathematische model wordt echter alleen rekening gehouden met de geringere partiële druk van stikstof. Om dit soort redenen is het aanbevolen om bij het duiken in bergmeren conservatief te werk te gaan.

Het wordt aanbevolen om voor de eerste duik op grotere hoogte te wachten totdat je "buiten de tabel voor het oppervlakte-interval valt" van de duiktabelen die je gebruikt. Voor de versie van de US Navy tabellen in het Open Water Scuba Diver manual is dit 12 uur. Voor andere tabellen gelden andere aanbevelingen.

Wanneer je meer dan 2.400 in hoogte wint, dan dien je in ieder geval 6 uur te wachten alvorens te duiken. Wanneer je binnen 12 uur na aankomst op grotere hoogte met de tabel in het Open Water Scuba Diver manual wilt duiken, gebruik dan de onderstaande drukgroepen. Zoek uit hoeveel hoogte je gewonnen hebt. De onderstaande tabel geeft de drukgroep bij aankomst op hoogte. Gebruik de juiste waarde of rond af op de naast hogere waarde.

300 meter	C	1500 meter	G
600 meter	D	1800 meter	H
900 meter	E	2100 meter	I
1200 meter	F	2400 meter	J