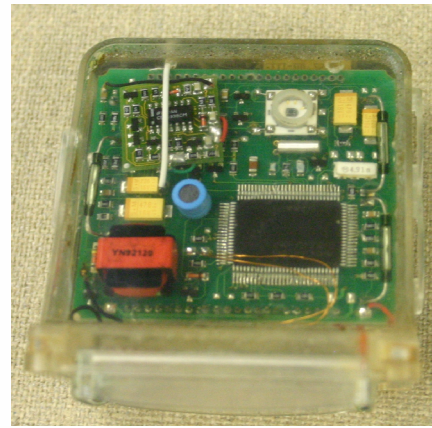




Vermessung der Tiefe in den Bergen

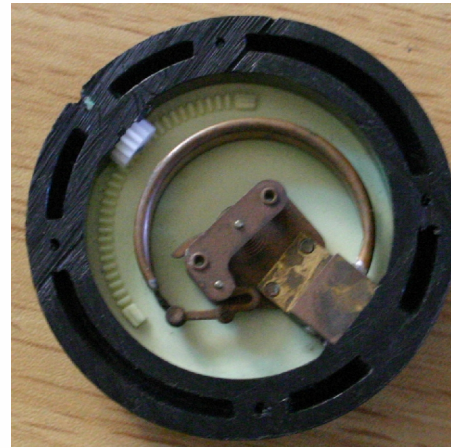


Heute findest du meistens elektronische Tiefenmesser. Der Drucksensor des Computers verändert abhängig vom äusseren Druck seinen elektrischen Widerstand. Die Messung des Widerstandes wird in Tiefe umgerechnet, die du vom Display ablesen kannst. Dieser Tiefenmesser ist ein integrierter Teil des Computers und erlaubt dir auch zusätzliche Einstellungen zu machen, wie z.B. für Nitroxgemische. Genauso kann der Computer auch auf die Höhe, auf welcher du tauchst, eingestellt werden. Du musst die Bedienungsanleitung für den jeweiligen Computer lesen. Einige Computer haben Sensoren die den atmosphärischen Druck automatisch messen, die meisten müssen aber von dem Taucher selber eingestellt werden.

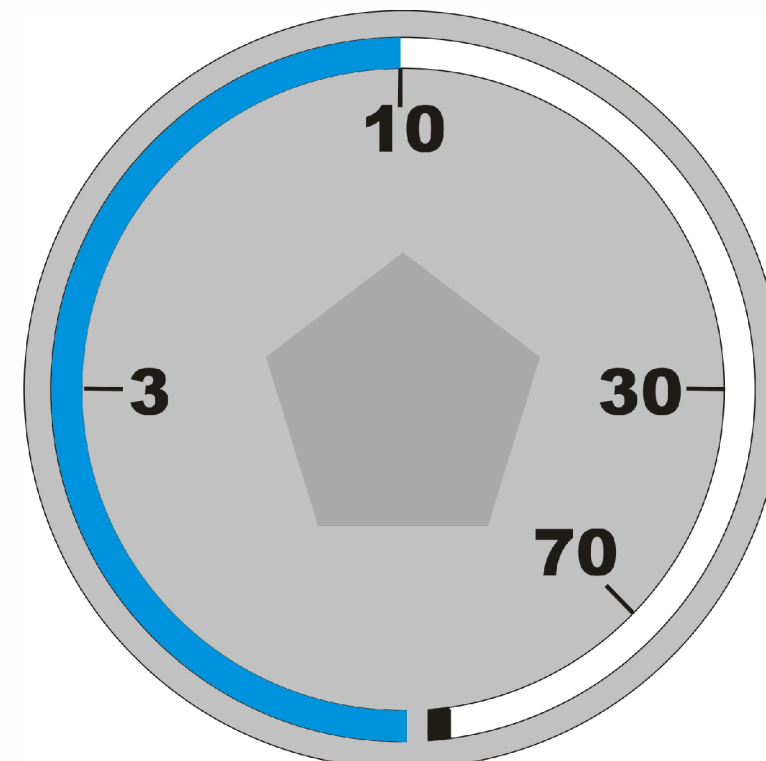
Analoge Tiefenmesser haben eine geschlossene Bourdonröhre, was bedeutet, dass kein Wasser in die Röhre gelangt. Der Druck übt seine Kraft auf das Äussere der Röhre aus. Mit zunehmendem Druck krümmt sich die Röhre nach innen. Die Nadel bewegt sich mit und du kannst die Tiefe ablesen. Die Röhre wird während der Produktion mit einem Gas gefüllt

und auf atmosphärischen Druck verschlossen. Das Gehäuse ist mit einer Flüssigkeit gefüllt, die den Druck auf die Röhre überträgt.

Wenn du einen Tiefenmesser mit einer Bourdonröhre in die Berge mitnimmst, dann wird die Nadel einen Wert unter Null Meter angeben. Wenn die Nadel 2 Meter unter Null an der Oberfläche anzeigt, dann zeigt sie 18 Meter Tiefe auf einer tatsächlichen Tiefe von 20 Meter an und 28 Meter auf einer realen Tiefe von 30 Meter. Membrantiefenmesser (die eine flache Metallscheibe anstelle einer Röhre haben) haben dasselbe Problem. Sie zeigen in der Höhe geringere Tiefen an. Darum findest du an den meisten analogen Tiefenmessern einen Knopf, um die Skala an der Oberfläche auf Null Meter einzustellen. Wenn du vor dem Tauchgang die Skala auf Null stellst, dann zeigt sie während dem Tauchgang die tatsächliche Tiefe an.



Der Kapillartiefenmesser ist eine Röhre mit sehr kleinem Durchmesser (daher der Name Kapillar). Der Durchmesser ist so klein, dass kein Wasser aufgrund der Oberflächenspannung von Wasser in die Röhre gelangen kann. Wasser kann also nicht ein- oder ausfliessen, ohne dass wir Kraft (Druckveränderung) anwenden. Die Röhre kann mit einer luftgefüllten umgedrehten Flasche verglichen werden, die sich nach dem Gesetz von Boyle verhält. Der doppelte Druck reduziert das Volumen auf die Hälfte (in 10 Meter Tiefe auf Meereshöhe ist der Druck gleich 2 bar, das Doppelte von einem bar). Die 10 Meter Tiefenmarke befindet sich also auf der Hälfte der Röhrenlänge. Manche Taucher benutzen einen Kapillartiefenmesser für Bergseetauchgänge. Da der Kapillartiefenmesser nach dem Gesetz von Boyle arbeitet, berücksichtigt er die Schwankungen des atmosphärischen Drucks.



Befindet sich ein Bergsee auf einer Höhe mit 0,8 bar atmosphärischen Druck, hat die Luft in dem Kapillar den gleichen Druck. Verdoppelt sich der Druck halbiert sich das Volumen. Das Doppelte von 0,8 bar ist 1,6 bar. Der Tiefenmesser zeigt 10 Meter Tiefe an, obwohl der Taucher sich nur auf 8 Meter Tiefe befindet. Kapillartiefenmesser geben also im Gegensatz zu anderen Tiefenmessern eine grössere Tiefe als die tatsächliche Tauchtiefe an. Andere Tiefenmesser zeigen bei abnehmendem atmosphärischen Druck eine geringere Tiefe an. Kapillartiefenmesser zeigen nicht die tatsächliche (hier 8 Meter), sondern die theoretische Tiefe (hier 10 Meter) an. Die theoretische Tiefe ist gleich der Äquivalenztiefe auf Meereshöhe. Mit anderen Worten, der Taucher muss in unserem Beispiel seine maximale Grundzeit auf 10 Meter berechnen. Kapillartiefenmesser sind deswegen nur sinnvoll, wenn der Taucher Tauchtabellen benutzt.

Bergseetauchen



Einige der besten Süswassertauchplätze befinden sich in Bergseen. Du kannst Flüsse mit Granitwänden finden, über die seit Jahrhunderten das Wasser fliesst und sie glatt poliert hat. Einige Seen bieten eine exzellente Sicht und vermitteln dir den Eindruck im leeren Raum anstatt unter Wasser zu schweben. Du kannst auch geologische Besonderheiten erwarten, wie steil abfallende Steinwände. Das Tauchen in Bergseen erfordert eine gute Wärmedämmung, ist aber den zusätzlichen Aufwand wert.

In den Bergen ist der atmosphärische Druck niedriger als auf Meereshöhe. Der reduzierte Druck hat Konsequenzen, die berücksichtigt werden müssen. Bevor du aufregende Bergseetauchgänge durchführen kannst, musst du die Konsequenzen kennen und wissen wie du mit ihnen umgehst. Die Einführung in das Bergseetauchen dient diesem Zweck.

Normalerweise kehrt der Taucher nach dem Tauchgang wieder auf einen geringeren atmosphärischen Druck zurück. Damit verringert sich die Toleranz für Stickstoff und erhöht das Risiko einer Dekompressionskrankheit. Darum müssen Taucher ihre Stickstoffbelastung verringern.

Zusätzlich zu dem Stickstoff muss auch der geringere Sauerstoffgehalt und der niedrigere Gesamtdruck berücksichtigt werden.

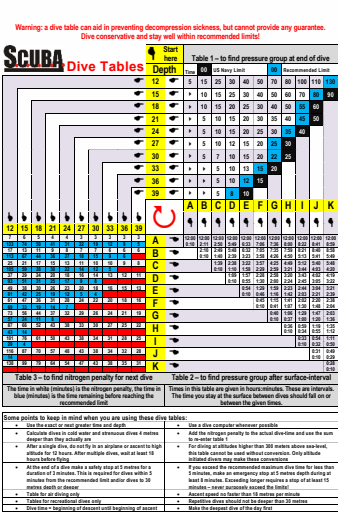
SCUBA

ISBN 978-3-03816-040-3





Der Gebrauch von Tauchtabellen



Tauchtabellen wurden für das Tauchen auf Meereshöhe entworfen. Sie haben eine gewisse Toleranz in Bezug auf Höhe (zum Beispiel 300 Meter), solltest du aber höher gehen, musst du den niedrigeren atmosphärischen Druck berücksichtigen. Das kannst du auf zwei Arten machen. Für die meisten Tauchtabellen gibt es Umrechnungstabellen. Für diese musst du die Höhe des Sees wissen, in welchem du tauchst.

Ein anderer Weg wäre, dass du den örtlichen atmosphärischen Druck kennst (eine Faustregel geht von einer Druckabnahme von 0,1 bar je 1.000 Meter Höhe aus) und eine “äquivalente Tiefe auf Meereshöhe” berechnest. Das ist eine theoretische Tiefe die du auf deiner Tabelle benutzt. Die theoretische Tiefe berücksichtigt den Höhenunterschied.

Vom aktuellen Wert zum äquivalenten Wert:

dividiere

Vom äquivalenten Wert zum aktuellen Wert:

multipliziere

(Aktuell ist, was du im Wasser machst, äquivalent ist, was auf den Tauchtabellen angegeben ist.)

Du berechnest diese, indem du die Tauchtiefe durch den atmosphärischen Druck in der Höhe dividierst (selbstverständlich spielt der atmosphärische Druck auf Meereshöhe auf dem die Tabelle basiert auch eine Rolle, aber dieser Wert ist „1,“ und fällt somit weg).

Auf die gleiche Weise kannst du deine Aufstiegs- geschwindigkeit und deine Sicherheitsstopps berechnen. In diesem Fall multiplizierst du mit dem atmosphärischen Druck. Jetzt wandelst du Tabellenwerte in tatsächliche Tauchdaten um, anstatt umgekehrt. Berechnest du die äquivalente Tiefe, wandelst du die tatsächliche Tiefe in Tabellenwerte um.

Diese Berechnungen sind nicht sehr genau, da wir von einem atmosphärischem Druck von 1 bar auf Meereshöhe ausgehen, wobei wir aber wissen, dass der durchschnittliche atmosphärische Druck 1 ATM oder 1,01325 bar ist.

Überlegungen für das Bergseetauchen

Beim Tauchen in grösserer Höhe musst du den geringeren atmosphärischen Druck einbeziehen. Des Weiteren musst du in Bezug auf die Dekompressionskrankheit den niedrigeren Stickstoffpartialdruck berücksichtigen. Auch der niedrigere Gesamtdruck und der Sauerstoffpartialdruck können Probleme verursachen, womit Bergseetaucher umgehen müssen. Probleme mit Stickstoff werden von Tauchcomputern berücksichtigt. Viele Tauchcomputer „spüren“, dass sie auf einer grösseren Höhe sind und passen ihre Berechnungen entsprechend an. Andere wiederum muss der Taucher selber einstellen und einige kann man überhaupt nicht für das Tauchen in grösserer Höhe verwenden. Du musst in der Bedienungsanleitung deines Computers nachlesen, um herauszufinden, was du für das Tauchen in grösserer Höhe machen musst. Bei der Verwendung von Tabellen musst du die Berechnungen, die normalerweise der Computer macht, selber durchführen.

In jedem Fall (Tabellenberechnungen mit Umrechnungstabellen, Tabellenberechnungen mit Formeln und der Gebrauch eines Tauchcomputers) bestehen einige Zweifel bezüglich des “rein mathematischen” Ansatzes“. Es gibt keinen Beweis dafür oder dagegen. Es sind schlicht noch nicht genügend Untersuchungen gemacht worden. Die allgemeine Empfehlung ist, dass man sich konservativer als die mathematischen Vorschläge verhalten soll. Dies beinhaltet auch Empfehlungen für langsamere Aufstiegs- geschwindigkeiten, einen Sicherheitsstopp nach jedem Tauchgang sowie nicht mehr als 2 Tauchgänge pro Tag zu machen Mit einem richtig eingestellten Computer und wenn du dich konservativer verhältst, sollte das Risiko der Dekompressionskrankheit vergleichbar mit Tauchgängen auf Meereshöhe mit demselben Computer sein.

Die Vermeidung der Dekompressionskrankheit ist nicht die einzige Überlegung. Taucher, die in die Berge reisen müssen ihrem Körper ermöglichen sich an den veränderten Sauerstofftransport zu gewöhnen (dein Körper benötigt Zeit, um zusätzliches Hämoglobin zu produzieren). Aufgrund des Sauerstoffmangels in der Höhe wirst du weniger fit als auf Meereshöhe sein. Solange du dich nicht akklimatisiert hast, solltest du dich bei den Vorbereitungen auf den Tauchgang langsam bewegen. Vielleicht musst du auch manchmal pausieren, um wieder zu Atem zu kommen.

Wenn du nach einem Tauchgang an die Oberfläche zurückkommst, könnte dich der geringere Sauerstoffanteil in der Luft eventuell überraschen. Unter Wasser herrscht kein Sauerstoffmangel. In einem See auf 2000 Meter Höhe wäre der Sauerstoffpartialdruck bei nur 2 Meter Tiefe (0,8 bar atmosphärischer Druck + 0,2 bar Wasserdruck = 1 bar Gesamtdruck) die Äquivalenz des Sauerstoffpartialdrucks auf Meereshöhe. Wenn du dich einem Druck von 2 Meter Tiefe bis an die Grenzen deiner Fitness in diesem See aussetzen würdest und danach an die Oberfläche auftauchst, wo ein geringerer Sauerstoffpartialdruck herrscht, würdest du Probleme mit dem Mangel an Sauerstoff bekommen. Da dein Körper noch immer versucht sich von den Anstrengungen auf der Tiefe zu erholen. An Land bemerkst du wenn du dich überanstrengst unter Wasser gibt es allerdings keine Warnung.

Es gibt noch andere Aspekte beim Tauchen in den Bergen, die du beachten musst. Eine Tarierungskontrolle (in einem Nasstauchanzug oder einem Neopren- Trockentauchanzug) an der Oberfläche funktioniert in der Höhe schlecht. Da Seen in den Bergen Süßwasserseen sind, würdest du die gleiche Menge Blei mit der gleichen Ausrüstung wie in einem See auf Meereshöhe benötigen. Wenn du die Tarierungskontrolle in der Höhe mit der „normalen Technik“ durchführst, entsteht der Eindruck, dass du mehr Blei benötigst als in einem See auf Meereshöhe. Der Grund hierfür ist der geringere Druck in der Höhe. Ein Neoprenanzug wird in der Höhe dicker werden, da sich die kleinen Luftbläschen in dem Neopren ausdehnen. Damit hat der Anzug an der Oberfläche einen grösseren Auftrieb.



Tauchst du aber ab, wird alles wieder normal und dein Anzug wird seine normale Stärke wiedererlangen. Es besteht keine Notwendigkeit für zusätzliches Blei, auch wenn du nach dem Tarierungsscheck denkst mehr Blei zu benötigen. Für Bergseetauchgänge ist es am besten, wenn du mit deiner Ausrüstung dieselbe Bleimenge wie auf Meereshöhe nimmst. Wenn du in einem Bergsee deine Bleimenge bestimmst, solltest du deine Tarierung nicht nur an der Oberfläche, sondern auch in 2 Meter Tiefe überprüfen. Mit einer Tauchflasche die 50 bar Restluft hat, solltest du in 2 Meter Tiefe schweben können, ohne Luft in dein Jacket hinzufügen zu müssen.

Reisen in die Berge mit Tabellen

Für Taucher, die zum Tauchen in die Berge fahren, gibt es zusätzliche Empfehlungen und Verfahren. Du kannst sagen, dass für einen Taucher der in die Berge fährt, der erste Tauchgang bereits ein Wiederholungstauchgang ist. Wenn Personen von Meereshöhe kommen, ist der Körper mit mehr Stickstoff gesättigt, als bei Personen, die sich bereits auf diese Höhe akklimatisiert haben. Der zusätzliche Stickstoff muss berücksichtigt werden.

Es gibt unterschiedliche Verfahren für verschiedene Tauchtabellen. Im Allgemeinen aber wird dir eine Wiederholungsgruppe zugewiesen, als wenn es das Ende eines Tauchgangs wäre. Wenn du auf der Höhe angekommen bist, kannst du auf der Oberflächentabelle deine neue Wiederholungsgruppe berechnen, indem du die Zeit zwischen der Ankunft und dem Beginn des Tauchgangs als Oberflächenpause berechnest, wie bei einem Wiederholungstauchgang.

Dies wäre natürlich wieder ein „rein mathematischer“ Ansatz und auch hier gibt es Zweifel, ob die Mathematik alle Faktoren in Erwägung zieht. Zum Beispiel: Fährst du, ohne dich zu akklimatisieren in die Berge, muss dein Kreislaufsystem schneller arbeiten, um den Sauerstoffbedarf deines Körpers abzudecken. Diese Veränderung des Kreislaufs kann negative Auswirkungen auf die Entwicklung der Dekompressionskrankheit haben. Die Mathematik berücksichtigt aber nur den geringeren Stickstoffpartialdruck. Aus diesen Gründen gibt es allgemeine Empfehlungen, konservativer als die mathematischen Empfehlungen zu tauchen.

Es ist empfohlen solange mit dem ersten Tauchgang in der Höhe zu warten, bis du nicht mehr in der “Tabelle für Wiederholungstauchgänge” der benutzten Tabelle bist. Für die Version der US Navy Tabelle im Open Water Scuba Diver Buch würde das bedeuten du musst 12 Stunden warten, bevor du den ersten Tauchgang durchführst. Für andere Tauchtabellen treffen andere Empfehlungen zu.

Wenn du auf eine grössere Höhe als 2.400 Meter fährst, solltest du vor deinem ersten Tauchgang mindestens 12 Stunden warten. Möchtest du nach deiner Ankunft innerhalb von 6 Stunden mit der Tabelle in deinem Open Water Scuba Diver Buch tauchen, kannst du die Tabelle unten benutzen. Finde heraus wie viele Höhenmeter du gewonnen hast. Anhand der Tabelle findest du jetzt deine Wiederholungsgruppe bei der Ankunft. Benutzte den genauen oder den nächst höheren Wert.

300 Meter	C	1.500 Meter	G
600 Meter	D	1.800 Meter	H
900 Meter	E	2.100 Meter	I
1.200 Meter	F	2.400 Meter	J