



**HTSB**



# SK Tiefer Tauchen

**Stand: 14.09.2017**

**Fragen, Anmerkungen und Verbesserungen?**

**[sk@steffen-kaufmann.com](mailto:sk@steffen-kaufmann.com) und**

**[Michael@HerrKunze.de](mailto:Michael@HerrKunze.de)**





HTSB



VDST

# Lizenz

- Alle in diesem Foliensatz enthaltenen Angaben, Daten, Ergebnisse usw. wurden von den Autoren nach bestem Wissen erarbeitet und von ihnen selbst mit größtmöglicher Sorgfalt überprüft. Gleichwohl sind inhaltliche Fehler nicht vollständig auszuschließen. Die Angaben erfolgen daher ohne Garantie der Autoren.
- Die Autoren übernehmen keinerlei Verantwortung oder Haftung für jegliche inhaltliche Unrichtigkeit und daraus entstehende Schäden.
- **Wenn nicht anders gekennzeichnet steht dieses Werk bzw. dessen Inhalt unter der [Creative Commons Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 Unported Lizenz \(CC BY-SA 3.0\)](#).**





**HTSB**



**VDST**

# Zeitplanung – Tag 1

Uhrzeit	Aktion
10 - 12 Uhr	Begrüßung und Überprüfen der Voraussetzungen, 1. Theorieblock
12 - 13 Uhr	Gemeinsame Besprechung, Überprüfung und Optimierung der Tauchausrüstungen.
13 - 16 Uhr	Tauchgang 1 (Check- bzw. Skill-Tauchgang, max. 15 m Tiefe, ca. 60 min) inkl. Vor- und Nachbereitung
16 - 18 Uhr	Essen und 2. Theorieblock
18 - 21 Uhr	Tauchgang 2 (Tieftauchgang, max. 32 m, Nach Möglichkeit mit Nx32)
Ab ca. 21 Uhr	Nachbesprechung, gemeinsames Essen/ Grillen, Klärung offener Fragen, Resttheorie.





**HTSB**



**VDST**

# Zeitplanung – Tag 2

Uhrzeit	Aktion
8 - 9 Uhr	Aufstehen und gemeinsames Frühstück
10 - 11 Uhr	Klärung offener Fragen
11 - 14 Uhr	Tauchgang 3 (Tieftauchgang) inkl. Vor- und Nachbereitung
14 - 15 Uhr	Nachbereitung des SK und offizielles Ende
15 - 18 Uhr	Freies Tauchen





**HTSB**



**VDST**

# Kursziele, Voraussetzungen, Lerninhalte und Motivation





HTSB



VDST

# Kursziele

- Der Bewerber soll in Theorie und Praxis mit tieferen Tauchgängen im Sporttauchbereich vertraut gemacht werden.
- Er soll in die Lage versetzt werden, während des Kurses sich langsam an Tauchtiefen bis max. 40 m heranzuwagen und sich dabei gleichzeitig über die möglichen Risiken bewusst werden.
- Einen tieferen Tauchgang unter Begleitung und Führung eines erfahrenen, mind. DTSA\*\*\*, Tauchpartners sicher durchzuführen.





**HTSB**



**VDST**

# Voraussetzungen

- Mindestalter: 16 Jahre bis max. 30 m Tauchtiefe, ab 18 Jahre bis max. 40 m Tauchtiefe.
- DTSA\*; ersatzweise genügt eine vergleichbare Qualifikation entsprechend der VDST-Äquivalenzliste.
- Anzahl der Pflichttauchgänge:
  - 10 TG; wenn der SK Tiefer Tauchen in warmen Gewässern bei guten Sichtverhältnissen stattfindet.
  - 20 TG; wenn der SK Tiefer Tauchen in heimischen Gewässern sowie bei niedrigen Temperaturen stattfindet.
- Gültige Tauchtauglichkeitsbescheinigung





HTSB



VDST

# Lehrinhalte: Theorie

- Lerneinheiten: 3
- Lehrinhalte:
  - Was versteht man unter tieferen Tauchgängen im Sporttauchbereich
  - Warum tiefere Tauchgänge (Tauchgänge bis max. 40 m)
  - Physikalische Aspekte bei tieferen Tauchgängen
  - Psychologische Aspekte bei tieferen Tauchgängen
  - N<sub>2</sub>, dessen narkotische Wirkung (Tiefenrausch) und mögliche Auswirkungen auf den Taucher
  - Kleine Dekompressionskunde, mit Themen wie z. B. Stickstoffauf/-entsättigung, Dekompressionskrankheit
  - Tauchgangsplanung





HTSB



VDST

# Lehrinhalte: Praxis

- Es sind zwei Tauchgänge an zwei Tagen durchzuführen. Die Tauchgänge können von Land oder vom Boot aus durchgeführt werden.
- Sie sollen unter möglichst optimalen äußeren Bedingungen (Sichtverhältnisse, Wassertemperatur) durchgeführt werden. Es sind möglichst bekannte / vertraute Tauchplätze zu wählen.
- Gute Sichtverhältnisse sind Voraussetzung, keine Kombination der Tieftauchgänge mit weiteren Risiken / Schwierigkeiten, wie z. B. Strömung.
- Alle Ausbildungstauchgänge sind Nullzeittauchgänge und dürfen keinesfalls tiefer als 40 m (30 m)\* durchgeführt werden.
- Bei allen Tauchgängen sollte das Verhältnis Schüler zu Tauchlehrer 1:1, bei optimalen Bedingungen und erfahrenen Schülern 2:1 sein.

\* gilt für Teilnehmer zwischen 16 und 18 Jahren





# Nach Abschluss des Kurses sollt ihr:

**HTSB**



- Die theoretischen Zusammenhänge bei tieferen Tauchgängen kennen.
- Mit der Tauchgangsplanung für Tauchgänge bis 40 m Tiefe vertraut sein.
- Die besonderen Probleme und Gefahren bei tieferen Tauchgängen einschätzen können.
- Die richtige Ausrüstung für tieferen Tauchgänge zusammenstellen können.
- Tauchtiefen bis 40 m in der Praxis erlebt haben.
- Die Risiken beim tieferen Tauchen minimieren.
- In Begleitung erfahrener Taucher DTSA \*\*\* / \*\*\*\* Tauchplätze bis maximal 40 m Tiefe als Sporttaucher aufsuchen können.





**HTSB**



**VDST**

# Einleitung und Ablauf





HTSB



VDST

# Was sind „tiefe“ TG?

- Es gibt keine gesetzlichen Vorgaben zum Tauchen in Deutschland
    - z. B. haben Spanien, Frankreich und Kroatien ein „Tauchgesetz“.
  - Klare Definitionen fehlen!
    - PADI – OWD max. 18 m, AOWD max. 30 m (40 m mit Deep-Dive-Speciality)
    - GUE – 33 m mit Nx32
    - VDST – „40 m sind genug!“
  - Selbst bei 20 m Tiefe, ergibt sich eine Mindestaufstiegszeit von 3 Minuten (10 m/min bis 6 m => 6 m/min bis zur Wasseroberfläche, WOF)
  - Ab 30 m muss (beim Tauchen mit Luft) mit Tiefenrausch gerechnet werden!
- $\geq 30$  m ➔ tiefer Tauchgang?





HTSB



VDST

# Warum „tiefe“ TG?

- Sehenswürdigkeiten?
  - Betrachten / Fotografieren von tiefen Zielen
    - Das Wrack / die Schildkröte liegt so tief
    - Die Brücke am Rüttler ist nun mal auf 42 m
- Eigene Grenzen kennen und besser einschätzen können
- Training?
- Tiefenrausch erfahren wollen?
- Ggf. Ausschüttung von Endorphinen -> Missachtung von Warnsignalen...



# Tauchgänge mit Dekompressionspflicht

- Virtual Overhead Environment
  - Obwohl man nicht in einer Höhle oder einem Wrack ist, ist auftauchen nicht möglich (bzw. nicht ratsam).
- Anforderungen
  - Tauchpartner müssen ein Team bilden!
  - Team muss in der Lage sein, eventuelle auftretende Probleme unter Wasser zu lösen!
- Konsequenzen für jeden Taucher
  - Angemessene Ausrüstung und Fähigkeiten (Skills)
  - Angemessene Gas- und Tauchgangsplanung (“plan your dive – dive your plan“)

**HTSB****VDST**



HTSB



VDST

# TG 1 - Checktauchgang

Der Tauchgang dient dem Kennenlernen der Umgebung und für die Tauchlehrer dem Kennenlernen der Teilnehmer, sowie der Abschätzung des Ausbildungsniveaus der Teilnehmer. **Maximale Tiefe 12 m – 15 m, 60 min Dauer, keine Deko-Stopps**

## *Ablauf und Übungen:*

- Vorstellung (Pre-Dive-Sequence) & Bubble-Check
- Wasserlage (an der Plattform) & Ventilmanagement
- Handhabung des langen Schlauchs & Gasmanagement
- Simulierte Deko-Stopps (jeweils 1 min auf 12 m, 9 m, 6 m, 3 m)
- Notfallszenarien:
  - Abströmender Regler (Ventilmanagement bzw. Hilfe durch Tauchgruppe)
  - Keine Luft mehr (Atmung Zweitregler)
  - Maskenschaden (Wechsel auf Reservemaske)
  - Wassereinbruch Trockentauchanzug (ansprechen)
  - Unkontrollierter Lufteinlass/Auslass (Trockentauchanzug und Jacket)





HTSB



# TG 2 – Tieftauchgang mit Nx



Der Tauchgang ist die Heranführung an das tiefere Tauchen. Nach Möglichkeit sollte der Tauchgang mit Nx32 durchgeführt werden (keine Computerumstellung um die Sicherheitsreserve zu nutzen).

**Maximale Tiefe 32 m, 60 min Dauer, keine Deko-Stopps**

## ***Ablauf und Übungen:***

- Analyse des Gasgemisches, Besonderheiten Nitrox-Taucher in der Gruppe
- Pre-Dive-Sequence und Bubble-Check
- Nullzeittauchgang auf 32 m
- Boje setzen
- Simulierte Deko-Stopps (jeweils 1 min) auf 15 m, 12 m, 9 m, 6 m, 3 m





**HTSB**



**VDST**

# TG 3 – Tieftauchgang

Der Tauchgang ist die Heranführung an das tiefere Tauchen.

**Maximale Tiefe 40 m, 60 min Dauer, keine Deko-Stopps**

## *Ablauf und Übungen:*

- Pre-Dive-Sequence und Bubble-Check
- Nullzeittauchgang auf 40 m
- Boje setzen
- Simulierte Deko-Stopps (jeweils 1 min) auf 15 m, 12 m, 9 m, 6 m, 3 m





**HTSB**



**VDST**

# Medizinische und Physiologische Aspekte



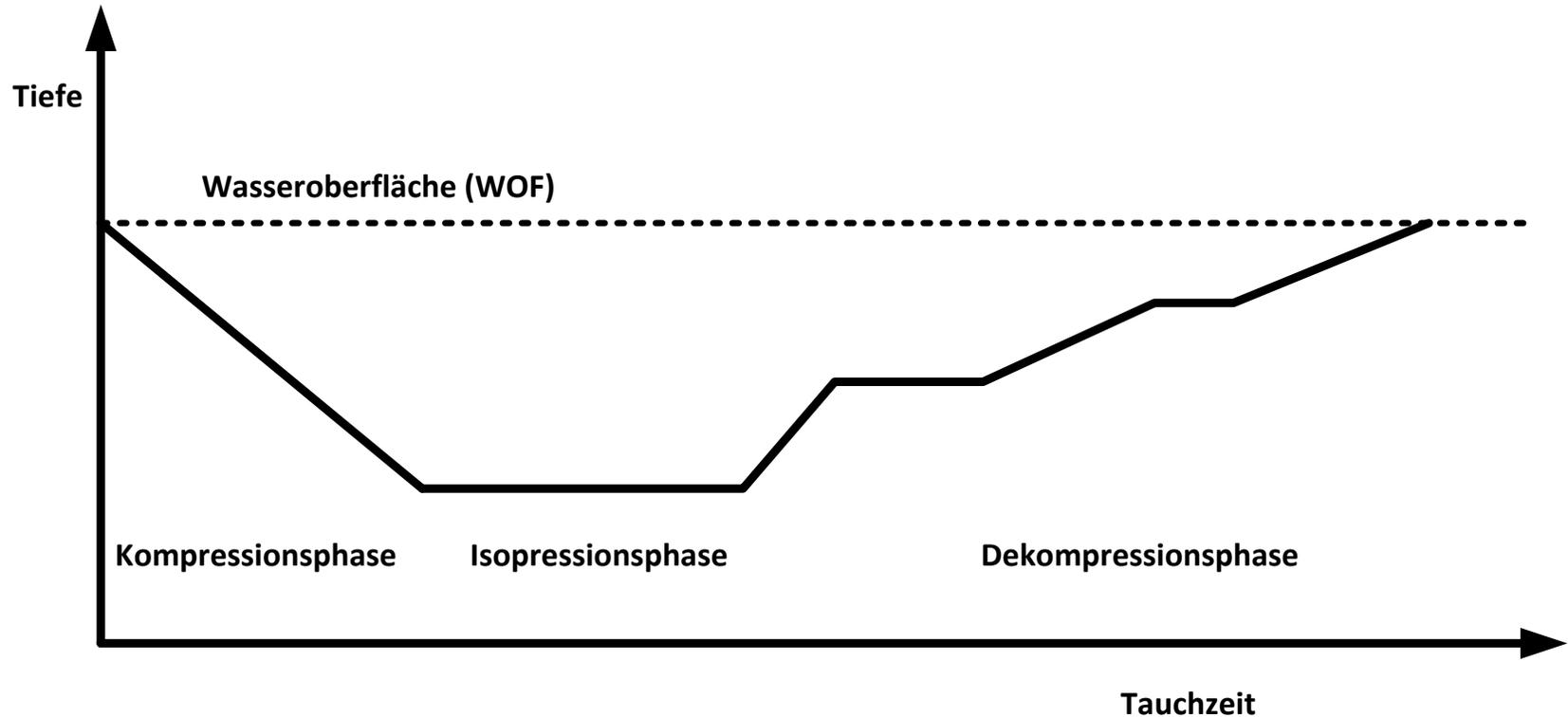


HTSB



VDST

# Phasen eines TG



- Mögliche Probleme in den verschiedenen Phasen
  - Kompressionsphase => Barotrauma
  - Isopressionsphase => Gasvergiftung, Tiefenrausch
  - Dekompressionsphase => Barotrauma, Decompression Sickness (DCS)



HTSB



VDST

# Gasvergiftungen

- Mit zunehmenden Druck werden fast alle Gase in der Atemluft toxisch (Einwirkzeit i. d. R. ein weiterer Faktor)
- Stickstoff ( $N_2$ )
  - Tiefenrausch ab  $pN_2 > 3,2$  bar
- Sauerstoff ( $O_2$ )
  - $pO_2 > 1,6$  bar ( $pO_2$  Grenze für Sporttaucher: 1,4 bar)
  - Nx32 – Maximal Operation Depth (MOD) = 33 m!
- Helium (He)
  - High-Pressure-Nervous-Syndrome (HPNS)
  - i. d. R. ab 150 m





HTSB



VDST

# Tiefenrausch

## Tiefenrausch (Stickstoff- oder Inertgasnarkose)

- Rauschartiger Zustand beim Tauchen mit  $pN_2 > 3,2$  bar. Bei Tauchgängen mit Luft ab Tiefen von 30 m.
- Blockierung der Synapsen -> narkotische Wirkung

## Symptome

- Eingeschränktes Urteilsvermögen / logisches Denken
- Euphorie, Angst (z. B. Klaustrophobie)
- Verändertes optisches / akustisches Empfinden (Metallgeschmack, Tunnelblick)





**HTSB**



**VDST**

# Tiefenrausch

## Therapie

- Zügiges Auftauchen in geringere Tiefe
- Bei zu schnellem Auftauchen – DCS-Gefahr!

## Einflussfaktoren

- Flüssigkeitshaushalt bzw. Dehydratationsgrad (auch Durchfall)
- Tagesform (z. B. Schlafmangel)
- Medikamente
- Psychologie
- Physiologie





HTSB



# Vergiftung durch Sauerstoff

- **Hyperoxie** ( $pO_2$  zu hoch)
  - Paul-Bert-Effekt (ab 1,4 bar  $pO_2$ )
  - Bildung von Sauerstoffradikalen -> Erschöpfung Antioxidationsysteme -> Symptomatik an CNS, Auge
  - Sehstörungen, Zuckungen, Krampfanfälle, Angst, Verwirrtheit, Erregung, Sauerstoffkrämpfe
  - Lorraine-Smith-Effekt (Schädigung der Alveolarmembran und des Surfactant durch lange Einwirkung -> toxisches Lungenödem, Schädigung Lunge für Sporttaucher i. d. R. nicht relevant)
- **Analysiere Deine Gase!**
- **Halte die MOD ein!**





HTSB



VDST

# Wärmehaushalt des Körpers

## Kompressionsphase

- Körpertemperatur ca. 37 °C – Aufsättigung „normal“

## Isopressionsphase

- Abkühlung – Sättigung verlangsamt

## Dekompressionsphase

- Körpertemperatur niedrig und Stoffwechsel verlangsamt, Flüssigkeitshaushalt geringer – Entsättigung langsamer als Sättigung!
- Aufstiegsgeschwindigkeiten, Dekompressions- und Sicherheitsstopps einhalten!





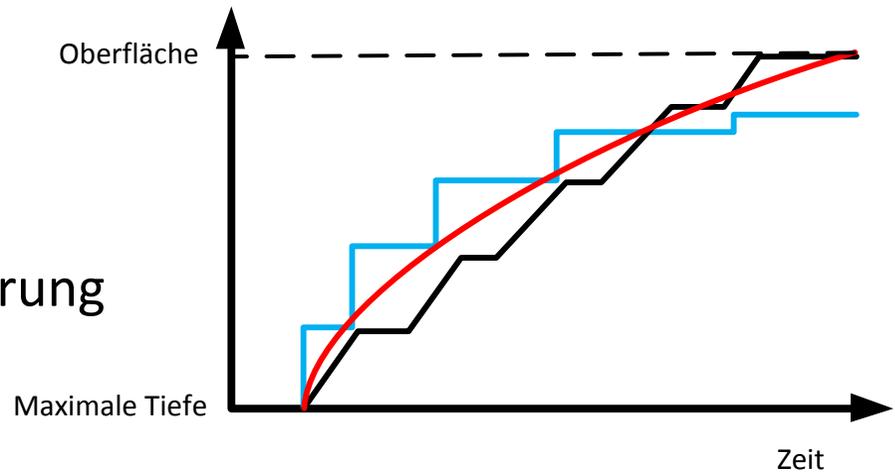
HTSB



VDST

# Dekompressionsstopps

- Ein Dekompressionsstopp ist ein Halt, während des Aufstiegs, auf einer bestimmten Tiefe.
- Typische Stopptiefen im Sporttauchen sind 3 m und 6 m.
- Während der Dekompressionsstopps sollte keine starre Haltung eingenommen werden, vielmehr sollte eine leichte Bewegung zur Durchblutungsförderung stattfinden.
- Während der Dekompressionsstopps sollte eine horizontale Wasserlage eingenommen werden (ggf. Boje als Orientierung nutzen).
- Gruppe bleibt zusammen!



Approximation der e-Funktion mithilfe von künstlichen Stopps



**HTSB**



**VDST**

# Tiefen- und Sicherheitsstopps



- Ein Sicherheitsstopp == zusätzlicher Dekompressionsstopp in 3-6 m Tiefe
- Ein Tiefenstopp (engl. Deep-Stop oder auch Pyle-Stop) ist ein (zusätzlicher) Deko-Stopp meist in tiefen jenseits der 15 m Marke um Mikrogasblasen „loszuwerden“ bevor sie groß werden.
- Zusätzliche Stopps können Ruhe in den Tauchgang bringen!
- Wichtig: Sicherheits- und Tiefenstopps müssen nicht auf der Stelle durchgeführt werden. Man kann weiter tauchen, nur die Höhe muss gehalten werden.
- Die meisten Tauchcomputer behandeln Tiefenstopps als optional. Ob Tiefenstopps im Sporttauchbereich, mit Luft als Atemgas, sinnvoll sind oder nicht ist nicht abschließend geklärt.
- Ein Sicherheitsstopp in 3-6 m für 3 min sollte bei jedem Tauchgang eingehalten werden!

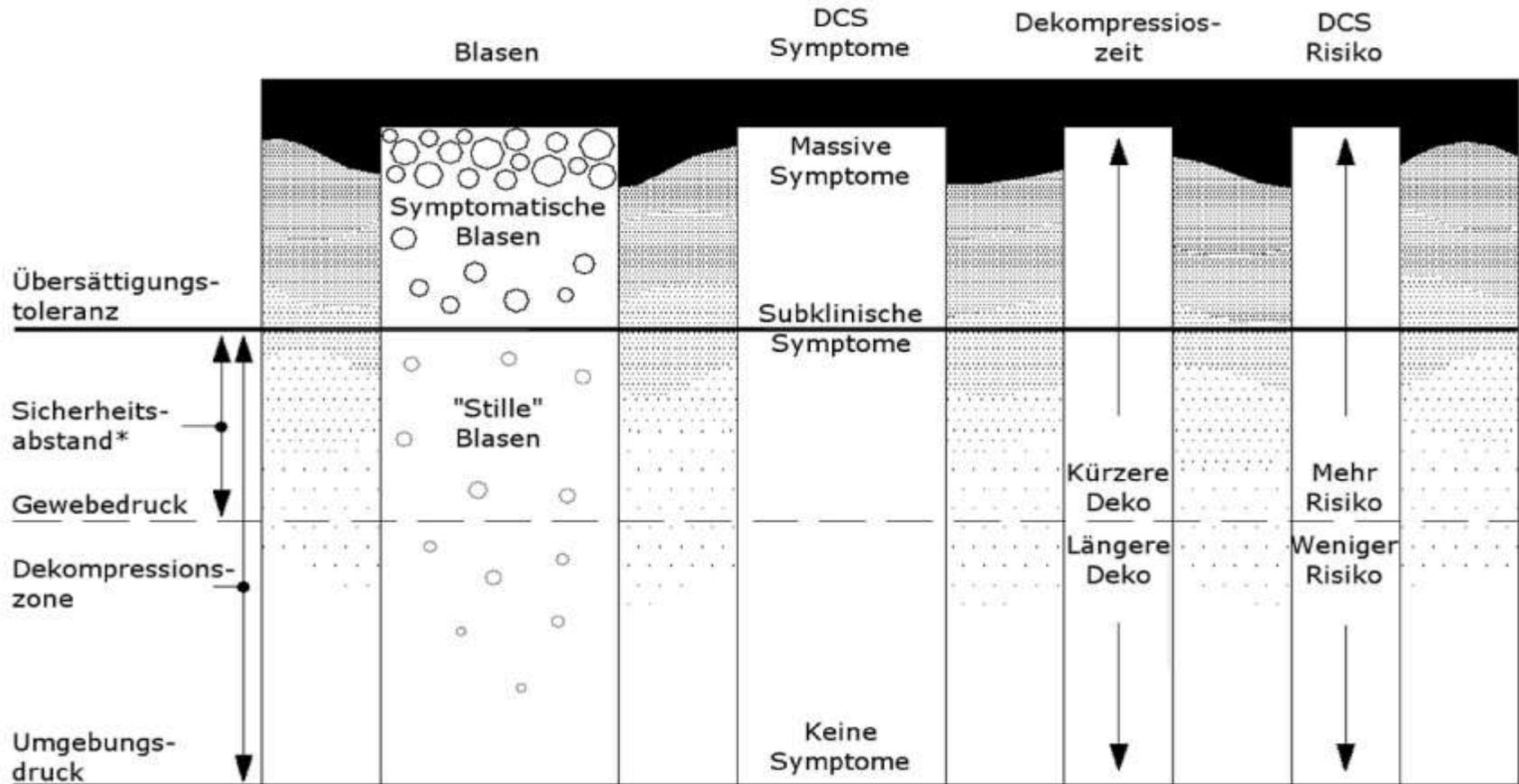




HTSB



# Dekompressionsstress



© 2008 Bernhard Hahn

\*variiert entsprechend individueller Disposition, physischer Kondition, akzeptiertem Risiko, etc...

Quelle: Erik C. Baker, 'Understanding M-values', Übersetzung: B. Hahn





HTSB



VDST

# Dekompressionsstress

- Gasblasen werden vom Immunsystem als Fremdkörper erkannt und bekämpft
  - Aktivierung der Blutgerinnung
  - Zusammenballung von Thrombozyten
  - Bildung fester Komplexe
  - Entzündungsreaktionen
- Auch ohne erkennbare Symptome gibt es subklinische DCS-Symptome
  - (Extreme) Müdigkeit nach dem TG
  - Leichte Gliederschmerzen
  - Gefühl einer aufkommender Erkältung
  - Erhöhter Ruhe-Puls nach dem Tauchen





HTSB



VDST

# Tauchen und Fitness

- Mentale und körperliche Fitness ist wichtig!
- Aerobes Ausdauertraining innerhalb von 24 Stunden vor dem Tauchgang reduziert die Blasenbildung signifikant!
- Krafttraining bzw. Muskelkater erhöht das Dekompressionsrisiko signifikant!
- Körperliche Fitness schützt vor Dekompressionserkrankungen
  - Ein Trainierter hat weniger schnell einen erhöhten Puls.
  - Hoher Puls entspricht stärkerer Durchblutung und stärkerer Sättigung bzw. stärkerer Entsättigung und einem daraus folgendem erhöhtem DCS-Risiko





HTSB



# Risikofaktoren vermeiden

- Nicht Rauchen, keinen Alkohol oder sonstige Drogen vor dem Tauchgang!
- Ausdauertraining in den vorangegangenen 24 Stunden wird empfohlen (20 – 60 min, keine Überanstrengung / keinen Muskelkater)
- Ausreichende Flüssigkeitszufuhr vor dem Tauchen
- Anstrengung nach dem Tauchen vermeiden!
  - z. B. die 50 Stufen am Rüttler (E3) in Hemmoor => besser an der Straße raus,
  - die Stage nicht direkt mit nach oben nehmen





**HTSB**



**VDST**

# Psychologische Aspekte





HTSB



VDST

# Psychologie beim Tauchen?



HSTSG  
Hochschul-Tauchsportgruppe Hamburg e.V.

- Die meisten Unfälle im (Sport-) Tauchen resultieren aus mangelnder Vorbereitung und resultierender Panik.
- Eine DCS-Behandlung ist aussichtsreicher als die Wiederbelebung eines Ertrunkenen!
- Die meisten ertrunkenen Taucher hatten noch ihren Bleigurt um!
- Panikaufstiege sollten in jedem Fall verhindert werden  
→ Gefahr eines Lungenrisses!
- Wenn man Panik bekommt, ist die Wahrscheinlichkeit unverletzt nach oben zu kommen nicht sehr groß!





HTSB



# Ansprüche an die Psychologie



- Aufrichtig zu sich selbst sein!
  - Habe ich ein gutes Gefühl bei dem was ich mache?
  - Kann ich mir Vorstellen die Situation allein zu bewältigen?
  - Bei anspruchsvollen Tauchgängen findet 80 % des Tauchgangs im Kopf statt!
- Selbstvertrauen entwickeln
  - Durch Übungstauchgänge
  - Erfahrung kommt mit dem Wiederholen von Übungen und häufigem Tun!
  - Verschiebung von aktivem Tun zum routinierten unbewussten Handeln

**In jeden Tauchgang sollte eine kleine Übung eingebaut sein!**





HTSB



# Psychologische Einflüsse beim (Tief-)Tauchen

- Helligkeit reduziert (oder nicht mehr vorhanden)
  - Beschränkte Sichtweite
  - Lampe als zusätzliches Instrument notwendig
  - Instrumente nicht mehr direkt ablesbar
  - Equipment nicht mehr sichtbar
- Große Tiefe
  - Auftauchen nicht mehr sofort möglich
  - Große Zahl auf dem Tiefenmesser
- Andere Körperwahrnehmung
  - Erhöhter Druck
  - Erschwertes Einatmen (siehe Physik)
  - Tiefenrauschsymptomatik



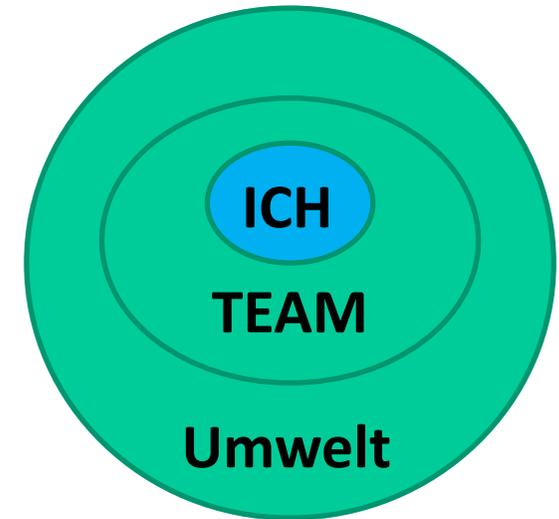


HTSB



# Bewusstsein entwickeln

- Awareness (engl. „Bewusstsein“ oder „Gewahrsein“, auch übersetzt als „Bewusstheit“)
- Ständiges Wissen um den Tauchgang
  - Was mache ich gerade?
  - Wie fühle ich mich?
  - Wo ist/sind mein(e) Tauchpartner?
  - Wo befinden wir uns?
  - Wo befinde wir uns in der Run-time?
  - Was muss ich noch tun?





**HTSB**



**VDST**

# Physikalische Aspekte





HTSB



# Vereisung der ersten Stufe

- Bei Entspannung eines Gases kühlt sich dieses ab (Ideales Gasgesetz), durch zusätzliche Drosselung wird dieser Effekt weiter verstärkt (Joule-Thompson-Effekt).
- Die Abkühlung der ersten Stufe (bei Belastung) kann bis zu  $-40\text{ °C}$  betragen, bei Umgebungstemperaturen von ca.  $4\text{-}5\text{ °C}$  droht eine **Vereisung** der ersten Stufe!
- Lösungsstrategien:
  - Ruhe bewahren!
  - Ventilmanagement (am besten selber können)
  - Austauschen





HTSB



VDST

# Physikalische Aspekte



HSTSG  
Hochschul-Tauchsportgruppe Hamburg e.V.

- Das Atemgas wird mit zunehmender Tiefe dichter
  - Luft wird „fett“
  - Verwirbelungen beim Einatmen in den Atemwegen nehmen zu
  - Das Einatmen fällt schwerer
- Beim Tauchen mit Neoprenanzügen nimmt der Auftrieb mit zunehmender Tiefe ab.
- Beim Tauchen mit Neoprenanzügen nimmt die Isolation mit zunehmender Tiefe ab!





HTSB



VDST

# Dekompressionsmodelle

- Dekompressionsmodelle sind Rechenmodelle die mit empirisch ermittelten Parametern und Sicherheitsschranken versehen worden sind.
- Modelle sind immer ein vereinfachtes Abbild der Realität!
- Ursprünglich für militärische Zwecke entwickelt, später auf den Breitensport übertragen.
- Die grundlegende Idee ist bei allen Modellen eine Bildung von pathologischen Blasen zu vermeiden.
- Obwohl Zweiphasenmodelle die bessere theoretische Grundlage haben, ist die Datenbasis bei den Einphasen-Modellen deutlich besser!





HTSB



# Dekompressionsmodelle

- Am Markt sind verschiedene Tauchcomputer mit unterschiedlichsten Dekompressionsmodellen verfügbar.
- Typisch sind Blasenmodelle (oder Zweiphasenmodelle, z. B. RGMB / VPM) und (Neo-)Haldane- bzw. Bühlmann-Modelle.
- Deco-on-the-fly
  - Abschätzung der Deko-Stops über eine Referenztiefe
  - Führt richtig durchgeführt zu sicheren Abschätzungen ersetzt aber nicht die Tauchgangsplanung!





HTSB



# Dekompressionsherausforderungen

- Um gelöstes Gas schnell loszuwerden muss man *schnell* auftauchen, ohne dabei „zu große“ Gasblasen zu erzeugen (dafür gibt es für jedes Kompartiment Grenzwerte, M-Werte genannt).
- Um Gasblasen aufzulösen muss man „unter druck“ bleiben, damit diese sich wieder lösen.
- Zweiphasenmodelle (RGBM / VPM) versuchen ein Optimum beider Nebenbedingungen zu finden.
- (Neo-) Haldanemodelle ignorieren Gasblasen und kommen dadurch *schnell* aus der Tiefe.
- Die Korrektur dieses Verhaltens findet über die sogenannten Gradient-Factors statt.





**HTSB**



**VDST**

# Ausrüstung





HTSB



VDST

# Ausrüstung

Hier bitte Dein Bild von der „richtigen“  
Konfiguration

@ Michi was stellst Du Dir vor? Guck doch mal in  
den Trioxfoliensatz!

Antwort: Nicht drin, steht noch in den ToDos-  
Schlauchführung mit Taucher!





HTSB



# Anforderungen an die Ausrüstung

- Der VDST empfiehlt **standardisierte** Ausrüstung!
- Die Ausrüstung muss **zweckmäßig** angepasst sein!
- **Die Ausrüstung muss eine horizontale Wasserlage ohne Flosseneinsatz zulassen**
  - Erlaubt eine effektive Partnerbeobachtung, -Kommunikation und -Hilfe
  - Bessere Durchblutung durch Minimierung der Druckunterschiede
  - Minimierte Bauhöhe, Schutz des Untergrunds und Vermeidung von „Mulmen“
- **Redundanz** von Licht-, Luft- und Dekoplanungsgerätschaften
- Die Ausrüstung muss während des **gesamten Tauchgangs warmhalten!**





HTSB



VDST

# Wartung & Prüfung?



HSTSG  
Hochschul-Tauchsportgruppe Hamburg e.V.

- Die Tauchausrüstung ist im allgemeinen Persönliche Schützausrüstung (PSA).
- PSA muss regelmäßig gewartet und geprüft werden!
  - Ist meine Ausrüstung gemäß EN 250 kaltwassertauglich?
  - Wann ist mein Jacket gewartet worden? Funktionieren meine Schnellablässe? Sind diese sauber?
  - Wann ist mein Regler gewartet worden? Ist er sauber? Funktioniert er? Dichtigkeit?
  - Wann waren meine Flaschen beim TÜV? Innenbesichtigung alle 2,5 Jahre; Druckprüfung alle 5 Jahre!
  - Wann wurde mein Tauchcomputer zuletzt überprüft? Ist die Batterie noch ok? Habe ich eine Redundanz?
  - Was habe ich noch für Ausrüstungsgegenstände? Masken? Flossen? Kompass? Gurte und Schnallen? Anzug?





HTSB



VDST

# Balanced-Rig

- Die Bleimenge sollte so bemessen sein, dass sichergestellt ist das man zum Ende des Tauchgangs (leeres Jacket, leere Flasche) noch den 3 m Stopp sicher einhalten kann!
- Für den Fall das man variablen Auftrieb hat (z. B. Neoprenanzug) muss man sicherstellen das man z. B. durch Bleiabwurf trotz defektem Jacket noch nach oben kommt!
- Bei nicht abwerfbarem Blei muss ein zweites Tariermittel mitgeführt werden.



# Trimm und Tarierung



**HTSB**



- Die Tarierung sollte ein einen neutralen Auftrieb ermöglichen.
- Der Trimm sollte stabile, horizontale Wasserlage ohne Flossenaktion ermöglichen.
- Eine stabile Wasserlage ermöglicht die Konzentration auf andere Dinge zu legen (z. B. Tauchpartner, Fische, Probleme, etc.)
- Eine stabile, horizontale Wasserlage erlaubt einen optimalen Vortrieb und schont auch die Umwelt! ← Weniger Aufwirbelungen





**HTSB**



**VDST**

# Tauchgangsplanung





HTSB



# Atemminutenvolumen (AMV)



- Das Atemminutenvolumen (AMV) gibt an wie viel Liter Gas ein Taucher pro Minute „veratmet“.
- Typische Werte liegen zwischen 12 l/min und 22 l/min und erhöhen sich auf bis ca. 45 l/min unter Stress.
- Das AMV ist tagesformabhängig und variiert mit Anstrengung und Aufregung!
- Die Berechnung des AMV erfolgt über folgende Formel:

$$\text{AMV} = \frac{V_{\text{Flasche}} \cdot p_{\text{Flaschendruckdifferenz}}}{t_{\text{Tauchzeit}} \cdot p_{\text{Druckschnittsdruck}}}$$



# Gasverbrauch im Kopf?

**HTSB****VDST**

- Bei einem AMV von 24 l/min „veratmet“ man mit einer M12 an der Oberfläche 2 bar / min.
- Mit zunehmenden Druck erhöht sich der Verbrauch deutlich:
  - 10 m => 4 bar / min
  - 20 m => 6 bar / min
  - 30 m => 8 bar / min
  - 40 m => 10 bar / min
- Was passiert nun wenn man auf 40 m einem aufgeregten Tauchpartner „Luft“ geben muss?
  - 1 min um das Problem zu lösen + 4 min nach oben
  - => 50 bar in einer M12 für zwei gestresste Taucher ohne Sicherheits- bzw. Dekompressionsstopps!





HTSB



# Beispielrechnung Gasplanung

- Tauchgang auf 40 m, 16 min Grundzeit nach Deco 2000:
  - 4 min auf 6 m
  - 6 min auf 3 m
- AMV der Taucher: 15 l/min
- Aufstiegsgeschwindigkeit
  - bis 21 m mit 10 m/min
  - 21 m bis 6 m mit 6 m/min
  - 6 m bis zur Oberfläche mit 3 m/min





HTSB



# Beispielrechnung – 50 Bar

- Mit der Gasmenge  $Q$ , der Zeit  $t$  und dem Druck  $P$  gilt  $Q = t \cdot AMV \cdot P$

Grundzeit :

$$Q_{\text{Grund}} = 16 \text{ min} \times 15 \frac{1}{\text{min}} \times 5 \text{ bar} = 1200 \text{ barl}$$

Aufstieg :

$$Q_{\text{bis 21m}} = 2 \text{ min} \times 15 \frac{1}{\text{min}} \times 5 \text{ bar} = 150 \text{ barl}$$

$$Q_{\text{bis 6m}} = 3 \text{ min} \times 15 \frac{1}{\text{min}} \times 3,1 \text{ bar} = 140 \text{ barl}$$

$$Q_{\text{bis 0m}} = 6 \text{ min} \times 15 \frac{1}{\text{min}} \times 1,6 \text{ bar} = 144 \text{ barl}$$

Deko :

$$Q_{\text{Deko}} = (4 \text{ min} \times 1,6 \text{ bar} + 6 \text{ min} \times 1,3 \text{ bar}) \times 15 \frac{1}{\text{min}} = 213 \text{ barl}$$

Gesamt :

$$Q_{\text{Gesamt}} = 1847 \text{ barl}$$

Benötigte Flaschengröße :

$$V = \frac{Q_{\text{Gesamt}}}{P_{\text{Ges}} - P_{\text{Res}}}$$

$$V = \frac{1847 \text{ barl}}{155 \text{ bar}} = 11,91$$

**Alles so Ok ???**





# Bestimmung des Minimum Gas (Rock-Bottom-DIR)



## Annahmen:

- Totaler Gasverlust eines Tauchers zum ungünstigsten Zeitpunkt im Tauchgang (Ende der Grundzeit)
- 2 Minuten zum Lösen des Problems auf der maximalen Tiefe
- AMV steigt auf 150 % des Nominalwertes (typischerweise 30 l/min)

## Konsequenz:

- Spätestens beim Erreichen vom Minimum Gas wird ausgetaucht!





HTSB



# Beispielrechnung – Minimum Gas (Rock Bottom DIR)

**Tauchgang auf 40 m, 16 min Grundzeit**

**Dekostopps**

- 4 min auf 6 m
- 6 min auf 3 m

**AMV**

- Taucher 1: 15 l/min
- Taucher 2: 15 l/min

**Aufstiegsgeschwindigkeit**

- bis 21 m mit 10 m/min
- 21 m bis 6 m mit 6 m/min
- 6 m bis zur Oberfläche mit 1 m/min





HTSB



# Beispielrechnung - Minimum Gas (Rock Bottom DIR)

$$Q = t \times AMV \times P$$

Grundzeit :

$$Q_{\text{Grund}} = 16 \text{ min} \times 15 \frac{\text{l}}{\text{min}} \times 5 \text{ bar} = 1200 \text{ barl}$$

$$Q = t \times AMV \times P$$

Problemlösung (zwei Taucher an einem Gerät) :

$$Q_{\text{Problem}} = 2 \text{ min} (15 \frac{\text{l}}{\text{min}} + 15 \frac{\text{l}}{\text{min}}) \times 150 \% \times 5 \text{ bar}$$

$$Q_{\text{Problem}} = 450 \text{ barl}$$

Aufstieg (zwei Taucher an einem Gerät) :

$$Q_{\text{bis 21m}} = 2 \text{ min} (15 \frac{\text{l}}{\text{min}} + 15 \frac{\text{l}}{\text{min}}) \times 5 \text{ bar} = 300 \text{ barl}$$

$$Q_{\text{bis 6m}} = 3 \text{ min} (15 \frac{\text{l}}{\text{min}} + 15 \frac{\text{l}}{\text{min}}) \times 3,1 \text{ bar} = 280 \text{ barl}$$

$$Q_{\text{bis 0m}} = 6 \text{ min} (15 \frac{\text{l}}{\text{min}} + 15 \frac{\text{l}}{\text{min}}) \times 1,6 \text{ bar} = 290 \text{ barl}$$

Deko (zwei Taucher an einem Gerät) :

$$Q_{\text{Deko}} = (4 \text{ min} \times 1,6 \text{ bar} + 6 \text{ min} \times 1,3 \text{ bar}) \times (15 \frac{\text{l}}{\text{min}} + 15 \frac{\text{l}}{\text{min}})$$

$$Q_{\text{Deko}} = 430 \text{ barl}$$

Gesamt :

$$Q_{\text{Aufstieg}} = 1750 \text{ barl}$$

$$Q_{\text{Gesamt}} = 2950 \text{ barl}$$

Umkehrdruck :

$$P = \frac{Q_{\text{Gesamt}}}{V}$$

$$D7 : P = \frac{1750 \text{ barl}}{14 \text{ l}} = 125 \text{ bar}$$

$$D12 : P = \frac{1750 \text{ barl}}{24 \text{ l}} = 75 \text{ bar}$$

**Sorgfältige Tauchgangsplanung sichert das Überleben!**





HTSB



# 100 bar- und die Drittelregel

- Wir alle kennen: *„100 bar und wir drehen um!“*
- oder
- *„Ein Drittel für den Hinweg, ein Drittel für den Rückweg und ein Drittel als Reserve“*
- 
- Reicht das?





# Wie plane ich nicht Rechteck-TG (Multi-level Tauchgänge)?

- Deko-Tabellen gehen von Rechteckprofilen aus, aber die meisten Tauchgänge haben kein Rechteckprofil!
- Diese Tatsache führt dazu das viele Taucher „*computerhörig*“ geworden sind.
- Aber wie plane ich nun Multi-Level Tauchgänge? Oder Tauchgänge mit Dreiecksprofil?





HTSB



VDST

# Notfallplanung

- Was mache ich bei defekter Ausrüstung?
  - Maske?
  - Trocki?
  - Jacket?
  - Regler?
  - Computer?
- Was mache ich wenn ich nicht mehr genug Gas für meine Deko habe? Welchen Stopp sollte ich weglassen?





HTSB



# Software zur TG-Planung

- Der VDST empfiehlt den V-Planner für die Tauchgangsplanung im technischen Tauchen (Triox, Nitrox\*\*, Trimx\*/\*\*)
- V-Planner<sup>1</sup> ist eine Software, welche anhand des **Varying Permeability Model (VPM)** Tauchgangsprofile berechnet.
  - <http://www.hhssoftware.com/v-planner/>
  - Kosten 79 € für PC/Mac, 42 € fürs Smartphone
- Es gibt auch eine freie Implementation des VPM
  - <http://www.hlplanner.com/>

<sup>1</sup>Nun MultiDeco <https://www.hhssoftware.com/multideco/>

# Eine typische Runtime-Table

35m, 30min Grundzeit, Tx30/30

V-Planner 3,91 by Ross Hemingway,  
 VPM Code by Erik C. Baker.

Dekompressionsmodell: VPM - B

## TAUCHPLAN

Oberflächenpause = 1 Tag(e) 0 hr 0 min.

Höhe über N. N. = 0m

Konservatismus = + 4

Abst.	35m		(2)	Triox 30/30	15m/min Abstieg
Tiefe	35m	27:40	(30)	Triox 30/30	1,32 ppO <sub>2</sub> , 13m ead, 21m end
Aufst.	30m		(30)	Triox 30/30	-10m/min Aufstieg
Aufst.	21m		(31)	Triox 30/30	-10m/min Aufstieg
Aufst.	12m		(32)	Triox 30/30	-6m/min Aufstieg
Stop	12m	0:06	(33)	Triox 30/30	0,65 ppO <sub>2</sub> , 1m ead, 5m end
Stop	9m	3:00	(36)	Triox 30/30	0,56 ppO <sub>2</sub> , 0m ead, 3m end
Stop	6m	20:00	(56)	Triox 30/30	0,47 ppO <sub>2</sub> , 0m ead, 1m end
Oberfl.			(62)	Triox 30/30	-1m/min Aufstieg

Ausgasung beginnt bei 20,8m

OTU's Tauchgang: 47

CNS Total: 17,7%

3550,5 ltr Triox 30/30

3550,5 ltr TOTAL



**HTSB**



**VDST**





HTSB



VDST

# Runtime-Table auf den Slades



Slades mit Runtime-Table – Tiefe, Dauer, Aktionszeit und Aktion

Fotos: Steffen Kaufmann





**HTSB**



**VDST**

# Durchführung eines tiefen Tauchgangs





HTSB



# Durchführung eines tiefen TG

- Vorbereitung: ✓
  - Tauchgangsplanung ✓
  - Redundante Konfiguration ✓
  - Notfallmaßnahmen ✓
  - Ausrüstung i. O.? ✓
  - Partner bekannt ?
  - Tauchcomputer bekannt ?
- Durchführung:
  - Briefing (z. B. STAGSI, GetReady)
  - Fühle ich mich gut / bereit für den TG?
  - Gasanalyse
  - Es muss nicht alles angesprochen werden, aber alles muss sicher gestellt sein!



HTSB



# Einsatz eines Tauchcomputers



- Nicht jeder TG muss mit Software vorgeplant werden.
- Welches Rechenmodell verwendet mein TC?
- Wie alt ist das Blasenmodell und der TC?
- Welche Anzeigen habe ich auf meinem persönlichen TC?
  - Wie werden Dekompressionsstopps auf meinem TC angezeigt?
  - Was heißt RBT, TAT etc. und welche Schlussfolgerungen ziehe ich für meinen aktuellen TG?
  - Wie reagiert der TC auf das Auslassen eines Tiefenstopps?
  - Wie reagiert der TC auf das Auslassen eines Deko-Stopps und welche Maßnahmen muss ich ergreifen?





**HTSB**



**VDST**

# Übungen und Abläufe





**HTSB**



**VDST**

# Get Ready!

<b>G – Goal</b>	Ziel des Tauchgangs (primäres Ziel, Wrack, Foto / Video, Training, etc.)
<b>E – Environment</b>	Zu erwartende Randbedingungen
<b>T – Team</b>	Aufgabenverteilung im Team
<b>R – Rescue Facts</b>	Kurze Beschreibung wer wie (Was tun wenn?)
<b>E – Equipment (Pre-dive-Sequence)</b>	Ausführlicher Ausrüstungscheck
<b>A – All gasses</b>	Welche Gase, welche MOD, jeweiliger Druck
<b>D – Dive plan</b>	Wichtige Eckdaten des Tauchgangs (Minimum Gas, Tiefe, Dauer, Deko, Run time, Gasverlust)
<b>Y – Yes</b>	Alle Teammitglieder sind mit dem geplanten Tauchgangsverlauf einverstanden.





HTSB



VDST

# Pre-dive-Sequence

- Von oben nach unten von links nach rechts!
  - Sitz der Maske?
  - Alle Ventile offen?
  - Atemregler im Wasser anatmen (beide)
  - Jacket füllen, Schnellablässe & Inflator prüfen
  - Trockentauchanzug füllen & Ventilstellung prüfen
  - Blei und Instrumente dabei?
  - Lampe? Reserve Lampen? Funktionsprüfung!
  - Schneidwerkzeug?
  - Druckprüfung
  - Ggf. Stage überprüfen, Ventil geschlossen, Beschriftung und Druck i. O.?
  - Schlauchführung ok? Langer Schlauch frei?
- Bubble-Check (auf 3-5 m)
- **Wichtig:** Einiges davon kann man auch rückschonend am Tisch an Land machen.





**HTSB**



**VDST**

# Ventilmanagement

1. Kontrolle des Backupreglers
2. Schließen des Hauptventils mit der rechten Hand, Hauptregler mit der rechten Hand aus dem Mund. Mit der linken Hand den Backupregler in den Mund nehmen und Hauptregler an den rechten oberen D-Ring klippen.
3. Hauptventil mit der rechten Hand wieder öffnen, Hauptregler prüfen und zurückwechseln auf Hauptregler.
4. Brücke mit der rechten Hand schließen, mit der linken Hand öffnen.
5. Zweitventil mit der linken Hand schließen, Backupregler leer atmen und Zweitventil wieder öffnen.
6. Kontrolle der Ventilstellungen

**Die Gruppe sichert und überwacht die gesamte Übung!**



# Setzen der Boje



**HTSB**



1. Mit Tauchpartner verständigen, dass die Boje gesetzt wird.
2. Tiefe kontrollieren, Partner (Sicht-) Kontakt sicherstellen
3. Boje aus der Tasche holen und ggf. Zusammenbauen
4. Sichtkontakt zum Partner suchen
5. Wechsel von Haupt- auf Backupregler
6. Sichtkontakt zum Partner suchen
7. Blick zur Oberfläche & Boje befüllen
8. Aufgestiegene Boje sichern
9. Rückwechseln auf Hauptregler und Ende der Übung

**Die Gruppe sichert und überwacht die gesamte Übung!**





**HTSB**



**VDST**

# Bubble-Check

- Sammeln der Gruppe auf 3-5 m
- Ein Gruppenmitglied lässt sich „bubblen“, alle anderen Gruppenmitglieder suchen nach Unregelmäßigkeiten an der Ausrüstung (Blasenabgang, Schlauchführung, offene Schnallen, Taschen, etc.).
- Derjenige der gerade überprüft wird, hält die Luft an und wartet bis die Gruppe fertig mit dem „bubblen“ ist.
- Nachdem alle Gruppenmitglieder überprüft worden sind geht der gemeinsame Abstieg weiter.

**Ein Bubble-Check bringt Ruhe in die Tauchgruppe nach dem Abtauchen!  
Auch ist er ein guter Test, ob der Druckausgleich bei allen „funktioniert“.**





HTSB



VDST

# Instrumentendefekt

Nutzung des *eigenen* zweiten Computers. Ist das nicht möglich:

- Nutzung der restlichen Computer in der Tauchgruppe (unterschiedliche Vorsättigung beachten)

oder

- Setzen einer Boje und Minimum Dekompression an der Boje
  - Abhängig vom Tauchgang: z. B. 2 min auf 9 m, 10 min auf 6 m und „bis die Flasche leer“ ist auf 3 m
  - Abschätzung der Tiefe: Nutzen der Knoten im Bojenseil auf 3 m, 6 m, 9 m und 12 m
  - Abschätzung der Zeit: Ausnutzung das ein Mensch ca. 12-15 Atemzüge pro Minute hat





**HTSB**



**VDST**

# Vielen Dank!

## Für eure Aufmerksamkeit!

