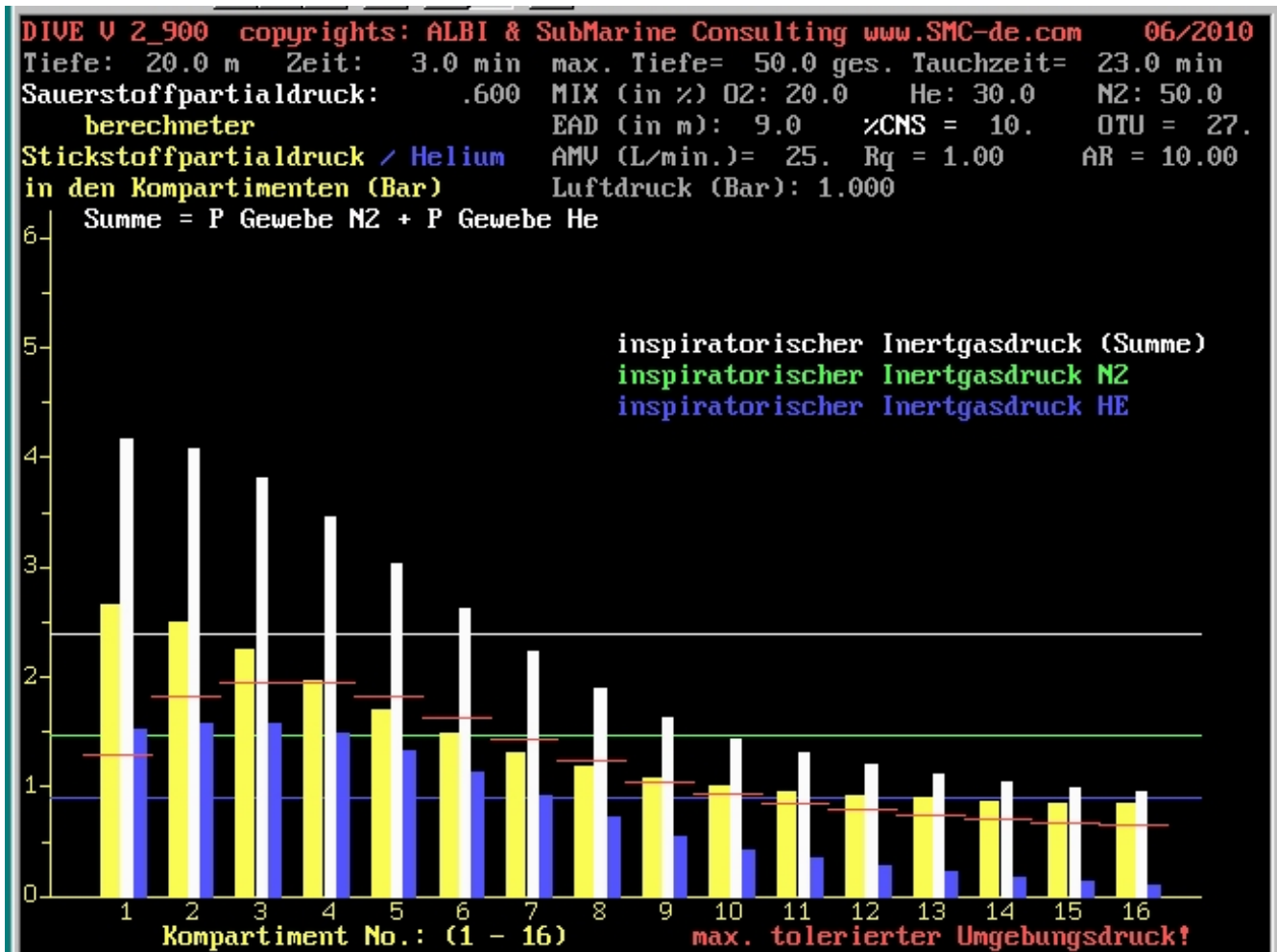


# DIVE V 2 9x

# Handbuch zur Software

Version 2011/2012



THE

SUB  
MARINE  
CONSULTING

GROUP

TEL AVIV – SAN FRANCISCO – STUTTGART

WWW.SMC-DE.COM

# Dokumentation zum Tauchgangssimulationsprogramm „DIVE“ Version 2\_9xx (2\_9 und höhere) ab 2011

## Inhaltsverzeichnis

1	Schnellstart .....	3
2	Motivation und Hintergrund-Infos .....	4
3	Haftungsausschluß .....	7
4	Installation .....	7
5	Konventionen .....	8
6	Die Befehle der Version 2_91 im Einzelnen.....	9
7	NDL Tabellen (Luft und NITROX / EANx).....	11
8	Eine Tauchgangssimulation: Nullzeittauchgang .....	12
9	Eine Tauchgangssimulation: Dekompressionstauchgang .....	14
10	TEC Diving.....	15
11	Deep Stops / way points .....	16
12	Deko-Prognosen.....	17
13	Rebreather (SCR)-Tauchgänge simulieren .....	18
14	„O“ = Time-to-Flight und Entsättigung .....	18
15	Oberflächen-Modus / TG Planer / rollierende NDL Tabelle .....	19
16	respiratorischer Quotient .....	19
17	Bergseetauchen.....	19
18	Adaption / Anfahrtsrampe .....	20
19	Error / Out-of-Range .....	20
20	Pre Breathing.....	20
21	Isobare Gegendiffusion.....	20
22	Hinweise zu den Simulationen: die Tool Box.....	21
23	Experten Modus: die Koeffizienten Matrix .....	22
24	„LS“ = die „last stop“ Option, der letzte Stopp!.....	24
25	„GF“ = die Gradientenfaktoren.....	24
26	VGM, die „Variable Gradient Method“ .....	25
27	„AR“ = ascend rate.....	25
28	„AD“ = accelerated deco .....	26
29	„MX“ = Matrix der gewichteten Koeffizienten .....	26
30	„W“ = workload / Arbeitsbelastung.....	26
31	„PDCS“ = Probability of Decompression Sickness .....	27
32	„CLR“ = „CLEAR“, Tabelle der „default“- Werte .....	28
33	Die ASCII Schnittstellen von DIVE .....	29
34	Ein Tipp für Novizen-Experten und TEC-Diver: .....	29
35	Literatur.....	29
36	Alphabetischer Index .....	30
37	Anhang A: Qualitätssicherung für DIVE V 2_900; Stand: Juni 2010 .....	31
38	Anhang B: die ASCII Input/Output Schnittstelle.....	33

# 1 Schnellstart

(Simulation eines Deko-TGs zur Jura, für Ungeduldige ...):

Nach download und entpacken des DIVE ZIP-Archivs:

- Doppelklick im Explorer auf "D2\_9.exe" oder:
- (bzw.: eben auf die passende, aktuelle Version)

Öffnen einer DOS-Box und aufrufen des Programmes:

- Start -> Ausführen -> "CMD" (cmd.exe) oder:
- Start -> Ausführen -> "COMMAND" (command.com)

(beides öffnet eine DOS-Kompatibilitätsbox allerdings ganz leicht unterschiedlich ...),

dann: Wechsel auf den entsprechenden Pfad mit „CD“

Aufruf von DIVE: "D2\_9.exe"

Simulation eines Jura-TG mit Luft, Tiefe 42 m, Grundzeit 21 min, auf die Frage:

was jetzt?

"d"

"42."

"21"

erhalten wir folgendes:

```
was jetzt? D

Eingabe der TAUCHTIEFE in Metern & cm:(m.cm): 42.

Eingabe der TAUCHZEIT in Minuten (min): 21

P amb: 5.200 P insp N2: 4.058 P insp He: .000

max. Tiefe= 42.0 ges. Tzeit= 21.00 akt. Tiefe: 42.0 m akt. Zeit: 21.00

- - - - -
Nr.: 1 3.97 P N2 .00 P HE Sum.= 3.97 Ceil. m= 3.70 Putol: 1.37
Nr.: 2 3.53 P N2 .00 P HE Sum.= 3.53 Ceil. m= 6.47 Putol: 1.65
Nr.: 3 3.04 P N2 .00 P HE Sum.= 3.04 Ceil. m= 5.72 Putol: 1.57
Nr.: 4 2.57 P N2 .00 P HE Sum.= 2.57 Ceil. m= 4.19 Putol: 1.42
Nr.: 5 2.15 P N2 .00 P HE Sum.= 2.15 Ceil. m= 2.45 Putol: 1.24
Nr.: 6 1.82 P N2 .00 P HE Sum.= 1.82 Ceil. m= 1.12 Putol: 1.11
Nr.: 7 1.56 P N2 .00 P HE Sum.= 1.56 Ceil. m= .00 Putol: .97
Nr.: 8 1.35 P N2 .00 P HE Sum.= 1.35 Ceil. m= .00 Putol: .85
Nr.: 9 1.20 P N2 .00 P HE Sum.= 1.20 Ceil. m= .00 Putol: .75
Nr.: 10 1.10 P N2 .00 P HE Sum.= 1.10 Ceil. m= .00 Putol: .69
Nr.: 11 1.03 P N2 .00 P HE Sum.= 1.03 Ceil. m= .00 Putol: .66
Nr.: 12 .98 P N2 .00 P HE Sum.= .98 Ceil. m= .00 Putol: .64
Nr.: 13 .94 P N2 .00 P HE Sum.= .94 Ceil. m= .00 Putol: .62
Nr.: 14 .91 P N2 .00 P HE Sum.= .91 Ceil. m= .00 Putol: .62
Nr.: 15 .88 P N2 .00 P HE Sum.= .88 Ceil. m= .00 Putol: .61
Nr.: 16 .86 P N2 .00 P HE Sum.= .86 Ceil. m= .00 Putol: .61
```

Danach:

"a"

„Eingabe der Austauschstufe: \_ “

" "

(leere Eingabe, entsprechend einer Tiefe = 0.0) erhalten wir sofort die Vorschläge für verschiedene deep stops sowie die vollständige Deko-Prognose mit den prognostizierten Deko-Zeiten für jede Stufe sowie das hierfür verantwortliche Leit-Kompartiment und die Summe aller Deko-Zeiten plus die Aufstiegszeit als TTS (time-to-surface):

was jetzt? a

maximale Ceiling: 6.47

Vorschlag Haldane 2:1 [m] = 15

Vorschlag Hills, B. A.: DEEP STOP [m] = 24

PDIS fuer TAU = 10 min: 32.23 [m]

PDIS fuer TAU = 20 min: 21.78 [m]

PDIS fuer TAU = 30 min: 16.22 [m]

Eingabe der Austauschstufe in Metern & cm:(m.cm):

Austauschstufe ist zu hoch:

niedriger wie Ceiling waehlen!

Deko Prognose:

9m Stopp Prognose Dekozeit: 1.00 Komp.#: 2

6m Stopp Prognose Dekozeit: 4.00 Komp.#: 3

3m Stopp Prognose Dekozeit: 11.00 Komp.#: 6

TTS = 20.00

Das Programmchen meckert zwar die zu geringe Austauschtiefe an, da der 0.0-Wert flacher als die zulässige Ceiling ist von ca. 7 m ist. Dies ist aber nur eine Information und hat keinerlei Konsequenzen ...

So, das war's!

## 2 Motivation und Hintergrund-Infos

(die Idee hinter „DIVE“)

Das Programm „DIVE“ ist ein Tauchgangsimulationsprogrammchen:

Ziel ist es, dem geübten / fortgeschrittenen Taucher (\*) die interne, logische Funktionsweise eines Tauchcomputers in allen Details verständlich zu machen. Weiterhin werden die Rechenvorgänge in Tauchcomputern resp. Tauchtabellen begreiflich gemacht. Hierzu dient eine graphische Anzeige der berechneten Kompartiment-Sättigungen als Balkendiagramm sowie deren vollständige numerische Anzeige. Weiterhin sollen einige moderne Dekompressionsstrategien und Berechnungsverfahren, besonders für TEC-Taucher, transparent gemacht werden.

Es können vollkommen beliebige (Multi Level)-Tauchgänge in beliebige Tiefen mit beliebigen Zeiten und mit beliebigen Gasgemischen und beliebigen Oberflächenpausen simuliert werden. Es erfolgt keine Kontrolle, ob z.B. eine Tiefe von 400 m vielleicht etwas zu tief wäre oder ob ein NITROX Gemisch mit 0% Sauerstoff vielleicht doch nicht ganz so geeignet ist: ein echter Tauchcomputer macht das ja (normalerweise) auch nicht!

Es bleibt also eurem Sachverstand überlassen, sinnvolle Tauchgänge zu planen, zu simulieren und die dazugehörigen Austauschzeiten bzw. Kompartimentsättigungen anzuschauen und die berechneten Austausch-Prognosen gegen neuere Deko-Szenarien zu testen...

Ein weiteres Ziel, welches sich allerdings erst im Laufe des letzten Jahrzehnts herauskristallisiert hat, ist der Wunsch der (TEC-)Anwender, mit dem Output von DIVE die Ergebnisse von anderen Desktop-Deco Softwares zu vergleichen bzw. zu kontrollieren. Ein weiterer Wunsch war, die Ergebnisse eines echten TGs zu vergleichen. Hierzu dient das DAN File Format DL 7 Level 3 sowie die ASCII-Input/Output Schnittstelle (siehe dazu den Anhang B und den Befehl „F“)

Das Programm ist in der Programmiersprache FORTRAN 77 geschrieben und wird zur Zeit noch mittels eines älteren MS/FTN-DOS Compiler (V 5.1) übersetzt. Die interne Berechnung erfolgt mit DOUBLE PRECISION-Genauigkeit (REAL \* 8), die Zeiten und Inertgaspartialdrücke sind also bis zum 14. oder 15.

Bit relativ genau. Da einige Tauchtabellen aus den 80ern stammen und noch mit 8 Bit-Technologien berechnet wurden, kann es bei langen, flachen TG stellenweise bereits nur aus diesem Grund Abweichungen im Minuten- Bereich geben. Mit einem Bühlmann-Hahn ZH-L 16 Algorithmus werden die Kompartimentsättigungen berechnet. Sämtliche Formeln habt Ihr bereits während des Kurses kennengelernt. Die Halbwertszeiten (HWZ, TAU) sowie die a- & b- Koeffizienten sind per default originale Bühlmann Koeffizienten, können aber von Hand modifiziert werden; es können auch an der DECO 2000 angepaßte Koeffizienten für Luft/EAN-TG verwendet werden. Diese speziellen Koeffizienten habe ich von Dr. Max Hahn erhalten (siehe dazu auch die Danksagung im Skript zum Tauchcomputer/Tabellen Spezialkurs). Diese Koeffizienten waren eigentlich für einen Tauchcomputer gedacht (der dann niemals gebaut wurde ...), d.h. die PC-generierten Tabellen sind zwangsweise ein klein wenig konservativer als die „echte“ Tabelle. In einem Experten-Modus können auch komplett eigene Koeffizientensätze verwendet werden und darüberhinaus können pro Kompartiment angepaßte HI und LO Gradientenfaktoren benutzt werden (VGM Methode): dies ist getrennt, jeweils für Stickstoff als auch für Helium möglich.

Andere Computer, d.h. andere Tabellenmodelle arbeiten i.d.R. anders: andere Anzahl Kompartimente, andere zugehörige HWZ, andere max. tolerierte Überspannungen. Die Umwandlung der Parameter vom USN/PADI-Typ (M0, DeltaM) nach a-/b- habt ihr im Kurs bereits kennengelernt. Weiterhin gibt es die RGBM Familie, deren Algorithmus sich ganz anders darstellt. Allerdings benutzen die Tauchcomputer und die üblichen Desktop-Deco Softwares mit den RGBM Modellen normalerweise ein „RGBM folded over ZHL“; (andere kreative Wortschöpfungen sind „recreational RGBM“, „Haldane imbedded“ , ...) d.h. diese rechnen also im Kern des Programms mit einem etablierten ZH-L Modell, das jedoch mittels geeigneter (Gradienten-)Faktoren aus dem RGBM-Modell angepasst wird. Die Erkenntnisse aus diesen Übungen sind also nicht ohne Weiteres auf andere Tabellen/Computer übertragbar!

Es werden immer alle Parameter, sowohl für Stickstoff als auch für Helium in den üblichen 16 Kompartimenten dargestellt: ihr könnt dann sehen, wenn z.B. bei einer 6 m Deko-Stufe eine Deko-Zeit von 4 min anfällt, welches Kompartiment hierfür verantwortlich ist. Genauso gut könnt ihr beobachten, was passiert, wenn auf einer 3 m Deko-Stufe die Deko-Zeit künstlich verlängert wird (also wenn z.B. der restliche Film am Riffdach verknipst wird oder ihr noch ein bisschen am Ankerseil rumhängt). Die Kompartimente mit den längeren Halbwertszeiten werden dann einfach weiter gesättigt! Oder ihr schaut euch die Übersättigungen an, wenn auf einer Deko-Stufe ein fetter EAN Mix eingesetzt wird.

Beim Austauchen werden verschiedene Deko-Prognosen vorgestellt und auch die hierfür verantwortlichen Kompartimente mit der dazugehörigen HWZ. Stichworte sind hierbei: PMRC, R/L Shunt, deep stops, PDIS, GF sowie VGM.

Mit wenigen Eingaben können auch komplexere Vorgänge, wie z.B. die isobare Gegendiffusion, O<sub>2</sub> Pre-Breathing oder auch eine Anfahrtsrampe zum Bergsee veranschaulicht werden.

Sämtliche weitere theoretische Hintergründe findet Ihr in der Literaturliste unseres Kursskriptes zum PADI / SSI Specialty „Tauchcomputer und Tauchtabellen“; wer sich für tieferegehende Informationen hierüber interessiert, dem sei das Folgeseminar „Dekompression“ bzw. unser „deco workshop“ hier im Tauchsportcenter Esslingen empfohlen.

(\*): ein PADI / SSI Advanced Kurs (o.ä., z.B. ein CMAS \*\*\* ) und ein NITROX / EAN Grundkurs ist auf jeden Fall hilfreich.

Die Programmchen benötigen (im Moment) ca. 180 kB Arbeitsspeicher und können in jeder DOS-Emulationsbox laufen: getestet haben wir die (meisten) DIVE Versionen gegen folgende OS-Umgebungen, Stand 08 / 2011 :

- \* DOS 6.2
- \* Win 95
- \* Win 98 (Version 4.10)
- \* Win 2000 (SP 4)
- \* Win XP (SP 2 und SP 3), Version 5.1.2600
- \* Windows 7 Enterprise **32 Bit**, Version 6.1.7600 (+)

- \* Parallels Desktop 5.0 unter MAC OS X 10.6.3 (+)
- \* Virtual Box 4.0.2 v 69518 unter UBUNTU 10.04 LTS
- \* Windows 7 **64 Bit**, 6.1.7601, alle Versionen mit: DOSBox0.74 (++) , (+++)
- \* sonstige Unix-Derivate, x64 (++) , (+++)

(+): mit Einschränkungen bei "P", bzw. ohne „full screen“-Modus

(++) kostenlos erhältlich unter: [www.dosbox.com](http://www.dosbox.com), Produkte von SourceForge.net;  
für Win7 x64: ca. 4,5 MB groß

(+++ ebenfalls kostenlos erhältlich unter: [www.virtualbox.org](http://www.virtualbox.org), von Oracle: 4.0.12. ca. 80 MB groß

Ganz bewußt haben wir auf graphischen Schnick-Schnack verzichtet! Die Zahlen-Kolonnen sollen verdeutlichen, mit welchen internen Informationen gearbeitet wird, bevor eine „nackte“ Zahl kommentarlos auf dem Tauchcomputer-Display erscheint. Auch hier haben wir ganz bewußt auf eine frühzeitige Rundung verzichtet!

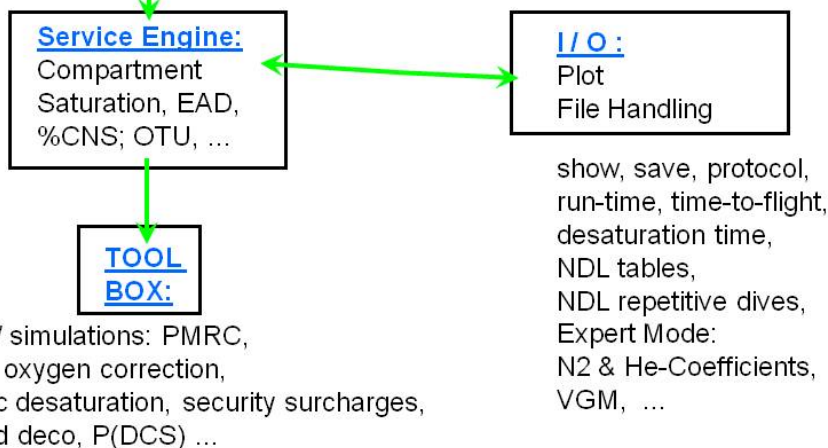
Gerundet nach dem Muster „nächstgrößere Tiefe / Zeit“ wird ausschließlich in den Simulationen der Tool Box und den Deko-Prognosen, damit ihr mit euren Tabellen bzw. euren Tauchcomputern vergleichbare Werte habt. Es werden dann zwar immer noch Abweichungen von 1 – 3 Minuten auftauchen: wenn ihr aber im „deco workshop“ dabei wart, wißt ihr auch genau, warum das so sein muß .... Darüberhinaus gibt es die Möglichkeit, die Tabellenkorrektur einzuschalten, die bei der Berechnung der Bühlmann-Tabellen benutzt wird.

Die prinzipielle Idee von „DIVE“ ist auf dem unteren Schaubild zu verfolgen: die Eingabe der üblichen Parameter für einen Tauchgang bringen die Service Engine zur Berechnung der Kompartimentsättigungen in Gang. Die Anzeige oder das Abspeichern erfolgt in einem I/O Baustein. Davon unabhängig können die Daten in die Tool Box gegeben werden und nach Wahl manipuliert und somit verschiedene Dekompressions-Verfahren simuliert werden, ohne daß die „echten“, die berechneten, Kompartimentsättigungen beeinflusst werden:

## DIVE: a dive simulation and decompression learning tool

### Parameters:

multi-level depth, time, gas mix, respiratory quotient,  
ascend procedures: deep stops & ascend rates, last stop depth  
surface intervall, initial air pressure, SAC, table corrections,  
gradient factors ...



### 3 Haftungsausschluß

Diese Software ist nur für Teilnehmer am PADI / SSI Specialty "DIVE TABLES", dem Spezialkurs für Tauchcomputer & Tauchtabellen, von Dipl. Phys. Albrecht Salm, PADI Master Scuba Diver Trainer Instructor # 33913, SSI Advanced Instructor & Technical Extended Range Instructor # 12653, oder für Kursteilnehmer an den SSI TXR Kursen sowie dem „deco workshop“, gedacht.

Jegliche Gewährleistung und/oder Haftung die aus dem Gebrauch dieser Software, der damit produzierten Daten oder anderer Kursmaterialien resultiert, wird hiermit explizit ausgeschlossen. Mit dem Benutzen und/oder Kopieren dieser Software erklärst du dich automatisch mit den o.g. Ausschlüssen und Verfahrensweisen einverstanden; andernfalls hast du sämtliches Material sofort zu löschen. Desweiteren hast du die Verantwortung für einen eventuellen Virenbefall selbst zu tragen.

Selbstverständlich freuen wir uns über e-mails mit feedback & Kritik, Bugreports oder auch Verbesserungsvorschlägen!

### 4 Installation

Nach download und entpacken des ZIP-Archivs kann DIVE (die aktuelle deutsche Release der Version 2\_9 heißt "D2\_902.EXE") sofort und ohne Installation aufgerufen werden; siehe Kapitel "Schnellstart". Es fehlen dann lediglich die Fonts zur Beschriftung der x- & y-Achsen der Plots (x-Achse: Kompartiment Nummer von 1 - 16, y-Achse: Inertgaspartialdrücke in bar) sowie das Protokollfile.

Wollt ihr in den Genuß des Protokoll-Files kommen, d.h. der „run-times“, der korrekten Achsenbeschriftungen im Plot-Modus („P“) sowie im Experten-Modus die Manipulation der Koeffizientenmatrizen ("NC", "HC") ausschöpfen bzw. die sonstigen Vorzüge der ASCII-Schnittstelle genießen („F“), so sollte die Verzeichnisstruktur unter einem neuen Verzeichnis C:\DIVE folgendermaßen aussehen:

C:\DIVE\	neues Hauptverzeichnis
C:\DIVE\PROG\	Verzeichnis für die ausführbaren Programme, alle *.EXE Files, auch die älteren Versionen etc. können sich hier aufhalten
C:\DIVE\LIB\	Verzeichnis für die Fortran Graphik Font Library, die TMSRB.FON
C:\DIVE\PROT\	Verzeichnis für die run-times, das Protokoll-File PROTOCOL.TXT sowie die Koeffizienten-Matrizen N2COEFF.TXT für Stickstoff und HECOEFF.TXT für Helium. Falls dieses Verzeichnis beim allerersten Aufruf von DIVE bereits vorhanden ist, wird automatisch das Protokoll-File erzeugt Tipp: wenn ihr berechnete Sättigungen abspeichert, (Befehl „F“), dann legt diese Files am Besten gleich hier ab. Weiterer Tipp: legt euch auch in diesem Verzeichnis Kopien der N2COEFF.TXT und HECOEFF.TXT mit sprechenden Namen an, z.B.: COEFF_ORG.TXT oder COEFF_VGM.TXT.

Noch'n Tipp: hängt das Programm, oder dauert euch eine Berechnung zu lange:

„CNTL“ „S“: stoppt eine Ausgabe oder Berechnung  
„CNTL“ „C“: beendet DIVE

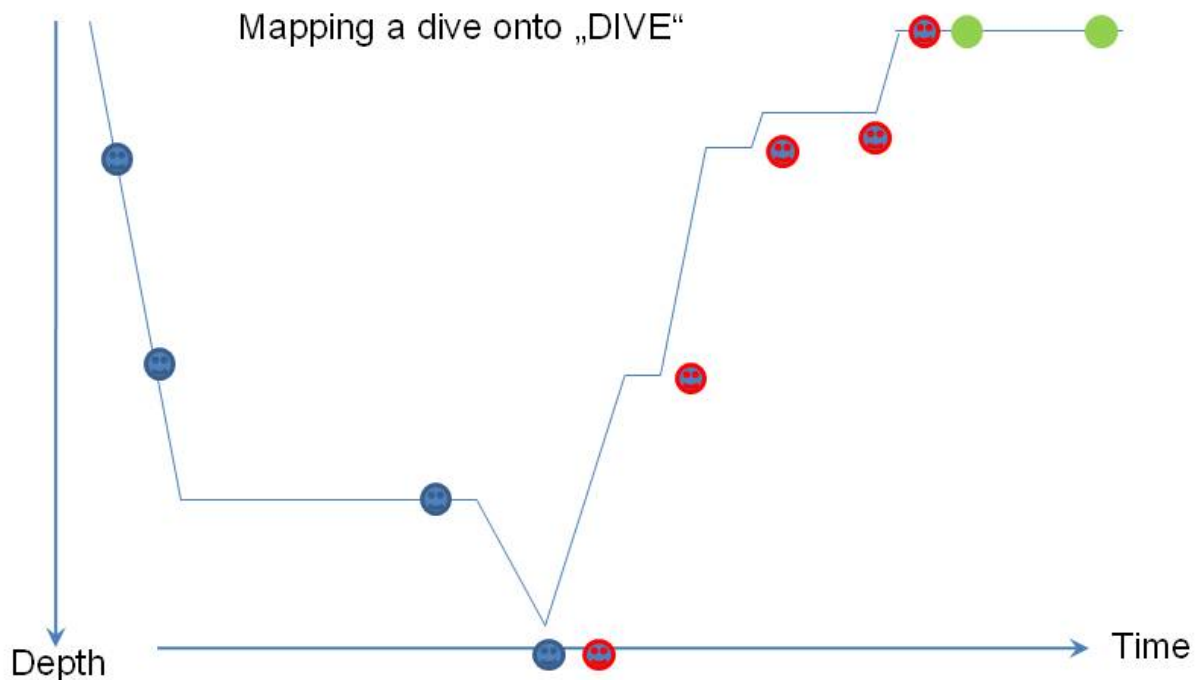
## 5 Konventionen

Eingaben in das Programmchen oder in der DOS-Box werden hier im Handbuch zum leichteren Erkennen mit Doppelkommas umrahmt; Bsp.: wir wollen eine Deko-Pause auf 4,5 m von 7 Minuten eingeben:  
 „e“ „4.5“ „7“

Luftdruck ist in mbar, Tiefe im Süßwasser in Metern, Zeit in Minuten, Anteile (fractions) dimensionslos, mit %CNS sind die prozentualen Werte der ZNS O<sub>2</sub>-Dosis gemeint, die OTU sind als absolute Dosis dargestellt.

Mit **Deko** ist Dekompression als Vorgang bzw. eine Deko-Pause, ein Deko-Stopp gemeint, **TG** ist unsere übliche Abkürzung für Tauchgang, **OFP** ist die Oberflächenpause, auch **SI** genannt; **Mix** ist irgendein atembares Gasmisch, sei es Luft, EAN, Trimix oder Heliox.

Die Idee ist, den TG in jeder beliebigen Phase rechnerisch zu kontrollieren, d.h. wir können nicht nur simple Kasten-Profile eintippen, so wie bei einer Tauchtafel, sondern beliebig viele kleinere und kürzere Schritte auf dem Weg in die Tiefe oder zur Oberfläche:



### ● Bottom Phase

Commands / Parameters, eg.:

„d“	10.0	1
„d“	20.	1
„d“	30.	10
„d“	45.	2
„a“ „p“ „z“ .....		

### ● Ascend Phase

Commands / Parameters, eg.:

„a“ 0.0  
 „ad“ „S“ „asy“ „oc“ „p“ „z“ „PMRC“ .....

deep stops: „a“ 27.5 or  
 „d“ 27.5 2

deco stops: „a“ stop depth < ceiling  
 „e“ next desired stop, stop time

„M“ for deco mixes  
 „V“ for reduced SAC during deco phases

### ● Surface Interval

Commands / Parameters, eg.:

„o“ „T“ „N“ „RL“ „z“ „p“ „M“

„L“ for changed ambient air pressure

SI 3 h: „e“ 0.0 180 or  
 „d“ 0.0 180

next dive -> ●

## 6 Die Befehle der Version 2\_9x im Einzelnen

Nach Eingabe von:

D2\_902.exe

in der DOS Box

(Start -> Ausführen -> "COMMAND") oder: (Start -> Ausführen -> "CMD") bzw. Doppel-Klick im Windows Explorer auf das „D2\_9x“ Symbol erscheint zunächst als Prompt die Aufforderung zur Eingabe eines Kommentars (Comment); hier kann man einen Kommentar zur geplanten Aufgabe / Simulation / Mission eingeben, oder auch nichts („RETURN“, „Daten Freigabe“ drücken). Dieser Kommentar erscheint in den run-times, dem Protokoll-File PROTOCOL.TXT als Klartext zwischen den einzelnen Simulationen. Danach erscheint die Begrüßung:

Comment:

```
DIVE Version 2_902      06/2011 FTN 77
copyright: Dipl. Phys. "ALBI" A. Salm,
PADI Master Scuba Diver Trainer #33913
SSI Advanced & Technical Extended Range Instructor #12653
& SubMarineConsulting: www.SMC-de.com
```

```
Jegliche Haftung, die aus dem Gebrauch oder den Ergebnissen
des Programms resultiert, ist hiermit ausgeschlossen ! ! !
```

was jetzt?

Mit:

was jetzt?

kann das Programm jetzt Daten aufnehmen. Sämtliche Basis-Befehle beginnen mit einem einzelnen Buchstaben. Diesen Buchstaben, egal ob GROß- oder kleinschrift, einfach eintippen, Return (=Daten Freigabe), das Programm erfragt dann die weiteren Daten für den jeweiligen Befehl. Wenn Ihr euch vertippt, meldet sich das Programm lediglich mit:

QUARK!

Die Idee bei der TG-Simulation beruht auf der Einteilung des TGs in definierte Stufen, sprich Kombinationen von Tiefen mit den dazugehörigen Zeiten. Es können beliebig viele Stufen nacheinander eingegeben werden, ebenso gibt es keine Limitation bezüglich Anzahl Gaswechsel.

Mit Eingabe von: "?" erscheint:

DIVE Version 2\_902: 07/2011

```
?      = Info zum Programm
HELP   = Info zum Programm
Q      = Programm Ende (QUIT)
EX     = Programm Ende (EXIT)
D      = DIVE: Eingabe von Tauchtiefe und Tauchzeit
A      = Aufstieg: Eingabe der Austauschstufe
E      = Entsaettigung: Berechnung der Dekozeit
O      = OFP: Entsaettigungszeit & Zeit bis Flug
Z      = Zeige: die aktuellen Parameter- u. Kompartiment-Werte
F      = Filename fuer Kompartiment-Protokoll
N      = Nullzeiten fuer Wdh-TG
T      = NDL - TABELLE: komplette NoDecoLimits
P      = Plotten der Kompartimentsaettigungen
M      = MIX: Veraenderung des Atemgemisches
V      = Verbrauch: Aenderung des AMV, 25 L/min.
R      = Respiratorischer Quotient, 0.5 < Rq < 1.5
W      = Sauerstoffverbrauch, 0.25 < VO2 < 3 L/min.
L      = Umgebungsluftdruck fuer Bergseetauchen
S      = SIMULATION der Austauschzenarien
PMRC   = Dekoprognose nach DSL/PMRC
```

NC = N2 Koeffizienten  
 HC = HE Koeffizienten  
 ASY = asymmetrische Entsaettigung  
 OC = Oxygen Correctionfactor  
 RL = Rechts-/Links Shunt Korrektur  
 B = Buehlmann Tabellenkorrektur  
 LS = Last Stop: letzte Stopp Tiefe,  $1.5 < LS \leq 9.0$  m  
 GF = Gradienten Faktoren GF Hi / Lo,  $0 < GF \leq 1.0$   
 AR = Ascent Rate, Aufstiegsrate:  $0.1 < AR < 200.0$  m / min  
 AD = Accelerated Deco (beschleunigte Dekompression mit EAN50, EAN75, EAN98)  
 MX = aktuelle Koeffizientenmatrix, gewichtet fuer Mischgas  
 PDCS = P(DCS), DCS Probability  
 CLR = CLear, Initialisierung aller Variabeln!  
 ! = zurueck ins DOS

#### Kurze Erklärungen zu den einzelnen Befehlen:

? oder HELP der o.g. Hilfstext wird ausgegeben  
 Q oder EX Programm Ende (wie QUIT oder EXIT)  
 D Start der Tauchgangssimulation (DIVE), Eingabe von Tauchtiefe (Obacht, in: m.cm, also mit Dezimalpunkt) und Tauchzeit (in Minuten)  
 A Aufstieg: Eingabe der Austauschstufe, die notwendigerweise unterhalb der Ceiling ist, ansonsten kommt lediglich eine Warnmeldung  
 E Entsaettigung: Berechnung der Dekozeit, Eingabe einer Wunsch-Dekostufe  
 O OFP (wie Oberflächenpause): Ausgabe der kompletten Entsaettigungszeit & Zeit bis Flug  
 Z Zeige: die aktuellen Werte für alle 16 Kompartimente, max. Tiefe (Schleppzeigerfunktion), aktuelle Tiefe, Zeit in dieser Tiefe sowie Gesamtauchzeit und sämtliche weiteren Parameter wie Rq, AMV, GF Hi / Lo, Tiefen des ersten & letzten Stopps, Startluftdruck, Tabellenkorrekturfaktor, etc . . .  
 F Filename für das Protokollfile der oben erwähnten Kompartimentsdaten, also die berechneten Kompartimentssättigungen usw.; nicht das TG – Protokollfile. Das File kann geschrieben werden (W = Write) oder auch eingelesen werden (R = READ)  
 N Nullzeiten (wie NDL) für einzelne Wiederholungstauchgänge in bestimmte Tiefen  
 T TABELLE: Tabelle mit den kompletten No-Decompression-Limits (NDL, Nullzeiten) für ein bestimmtes Gasgemisch, in den Tiefen von 6 - 63 m, im üblichen 3m-Abstand  
 P Plotten des Stickstoffprofils: graphische Darstellung der Kompartiment-Sättigung, zusätzlich werden der Sauerstoffpartialdruck und die EAD (EQUIVALENT AIR DEPTH) angegeben. Jeder Kompartiment-Balken entspricht der aktuellen Sättigung (Stickstoff- oder Helium-partialdruck im Kompartiment in absolut bar), die grüne durchgezogene Linie entspricht dem „inspiratorischen Inertgasdruck“; bei Luft also dem Stickstoffpartialdruck in dieser Tiefe, die kurzen roten Linien geben den jeweiligen maximalen tolerierten Umgebungsdruck an. Ist dieser z.B. in einem Kompartiment auf 1,6 bar gestiegen, so heißt das einfach: wegen diesem Kompartiment ist eine Dekostufe von 6 m einzuhalten. Und zwar solange, bis in sämtlichen anderen Kompartimenten der max. tolerierte Umgebungsdruck auf 1,3 bar (also die 3 m Deko-Stufe) oder 1,0 (Oberflächendruck) gefallen ist! Weiterhin werden die Sauerstoff-Parameter (% O<sub>2</sub>, %CNS, OTU) angegeben, das aktuell eingestellte Oberflächenatemminutenvolumen (AMV) sowie der respiratorische Quotient Rq  
 M MIX: Veränderung des Atemgemisches, Eingabe des Sauerstoffanteils und des Helium-Anteils; der N2-Anteil wird dann daraus berechnet  
 V Verbrauch: das Oberflächenatemminutenvolumen (AMV default = 25 L / min.) kann geändert werden  
 R respiratorischer Quotient Rq,  $0,5 < Rq < 1,5$   
 W wie Workload / Arbeitsbelastung und damit: Sauerstoffverbrauch VO<sub>2</sub>:  $0,25 < VO_2 < 3$  L/min.  
 L wie Luftdruck: Veränderung des Umgebungsluftdrucks, z.B. für Bergseetauchen  
 S Simulation diverser Austausch-/Deko Szenarien: Konservatismusfaktoren sowie prozentuale Sicherheitszuschläge  
 PMRC Deko-Prognose nach dem PMRC Konzept  
 NC Experten-Modus: die N2-Koeffizienten-Matrix (TAU, A, B) kann geändert werden, sowie pro Kompartiment die Gradientenfaktoren GF HI und GF LO

HC dito, wie oben, jedoch für Helium  
 ASY asymmetrische Entsättigung, sowohl in der Tiefe als auch in der OFP auf der Grundlage der U.S. Navy EDU Korrekturen  
 OC Oxygen Correction: die Sauerstoff Korrektur Faktoren, sowohl in der Tiefe als auch als Tabelle während der OFP, Basis sind die NMRI Reduktionsfaktoren  
 RL Rechts-/Links Shunt Korrektur, nur während der OFP  
 B Bühlmann Tabellenkorrektur  
 LS Last Stop: Tiefe des letzten Deko-Stopps, von 1,5 bis 9,0 m  
 GF Gradienten Faktoren: die beiden GF HI und GF LO können eingegeben werden:  $0 < GF \leq 1.0$ , mit  $GF HI > GF LO$ !  
 AR die Aufstiegsrate (ascend rate) kann zwischen 0,1 (Sättigung) und 200 m/min (für Apnoe) angepaßt werden  
 AD accelerated deco: automatisierte Prognose mittels beschleunigter Dekompression; es werden die Gase EAN50, EAN75 und EAN98 gemäß der MOD bei ca. 1,6 Bar  $pO_2$  eingesetzt  
 MX Matrix: für die Mischgasberechnungen wird die gerade aktuelle Matrix der gewichteten a-, b-, sowie HWZ Koeffizienten ausgegeben  
 PDCS Abschätzung der Wahrscheinlichkeit eines DCS-Hits,  $P(DCS) = \text{Probability of Decompressionsickness}$   
 CLR CLear: alle Variablen und Kompartimentsättigungen werden zurückgesetzt  
 ! zurück ins DOS, ein sekundärer Kommando-Prozessor wird aufgerufen. Mit EXIT wird dann das DOS wieder verlassen und man stürzt zurück in das DIVE Programm

Nicht alle Befehle können zu jederzeit aufgerufen werden, z.B.: "T", "N" oder "RL" während des Tauchens macht keinen Sinn, das geht nur während der OFP; umgedreht machen z.B. "S" oder "PMRC" während der OFP keinen Sinn. Das Programm reagiert in diesen Fällen einfach nicht.

Beim Beenden des DIVE Programmes wird noch einmal kurz und freundlich an die Fehler erinnert, die prinzipiell jeder Berechnung aus Meßwerten innewohnen bzw. an die Folgen des Fehlerfortpflanzungsgesetzes; auch bei der Anzeige deiner Digital- oder Funkuhr oder an deinem Fahrzeug-Tacho! (Begründung, warum, wieso: folgt im „deco workshop“!):

was jetzt? Q

See you later alligator

Always keep in mind the "10 % Bug" of your divecomputer!  
 Stop - Program terminated.

## 7 NDL Tabellen (Luft und NITROX / EANx)

Das einfachste ist die Generierung von NDL Tabellen für die verschiedenen Gasgemische: die Eingabe von: "T" generiert eine „normale“ NDL Tabelle für Luft, danach setzen wir über "B" die Bühlmann-Tabellenkorrektur und vergleichen die NDLs, zum Schluß generieren wir eine Nitrox / EAN 36 Tabelle, also mit 36 % Sauerstoff, d.h. die NN36 (alte Bezeichnung NOAA II):

```
was jetzt? T
 6.0 m: ***** min.    9.0 m: 704.0 min.    12.0 m: 174.5 min.    15.0 m: 87.0 min.
18.0 m: 57.7 min.    21.0 m: 39.6 min.    24.0 m: 28.0 min.    27.0 m: 21.0 min.
30.0 m: 16.1 min.    33.0 m: 13.2 min.    36.0 m: 11.3 min.    39.0 m: 9.5 min.
42.0 m: 8.0 min.    45.0 m: 6.9 min.    48.0 m: 6.1 min.    51.0 m: 5.5 min.
54.0 m: 5.0 min.    57.0 m: 4.6 min.    60.0 m: 4.3 min.    63.0 m: 4.0 min.
```

was jetzt? B

Buehlmann Tabellenkorrektur gesetzt!

```
 6.0 m: ***** min.    9.0 m: 361.0 min.    12.0 m: 124.5 min.    15.0 m: 70.4 min.
18.0 m: 47.7 min.    21.0 m: 32.8 min.    24.0 m: 23.9 min.    27.0 m: 17.7 min.
30.0 m: 14.1 min.    33.0 m: 11.9 min.    36.0 m: 10.2 min.    39.0 m: 8.4 min.
42.0 m: 7.2 min.    45.0 m: 6.3 min.    48.0 m: 5.6 min.    51.0 m: 5.1 min.
54.0 m: 4.7 min.    57.0 m: 4.3 min.    60.0 m: 4.0 min.    63.0 m: 3.7 min.
```

```

was jetzt? m
Eingabe des Sauerstoff-Anteils, fO2: 0.36
als Dezimalzahl (Bsp.: 40 Vol.% O2 = 0.4)
Eingabe des Helium-Anteils, fHe: 0
als Dezimalzahl (Bsp.: 35 Vol.% HELIUM = 0.35)
fO2: .360 fHe: .000 fN2: .640

```

```

was jetzt? T
6.0 m: ***** min. 9.0 m: ***** min. 12.0 m: ***** min. 15.0 m: 336.1 min.
18.0 m: 140.3 min. 21.0 m: 83.7 min. 24.0 m: 60.5 min. 27.0 m: 44.2 min.
30.0 m: 33.3 min. 33.0 m: 25.6 min. 36.0 m: 20.2 min. 39.0 m: 16.3 min.
42.0 m: 13.8 min. 45.0 m: 12.1 min. 48.0 m: 10.7 min. 51.0 m: 9.2 min.
54.0 m: 8.0 min. 57.0 m: 7.1 min. 60.0 m: 6.4 min. 63.0 m: 5.9 min.

```

von 6 - 63 m Tiefe werden die NDL ausgerechnet, ohne Kontrolle der MOD bei EAN! Eine echte Tauchtafel rundet die Nachkommastelle zwecks Sicherheit ab oder nimmt sogar eine nächstkleinere, ganze Zahl! Weiterhin gibt es ja die Unterschiede zwischen "echten" Tabellen, also diesen Plastik-Dingern zum mitnehmen und einer Computer-generierten Tabelle. Das haben wir im Specialty diskutiert und dies ist der Grund z.B. für die Existenz von den drei ZH-L A, B, C- Varianten der Koeffizientensätze (a.a.O., Seite 158)!

Mit: „m“ (oder „M“) werden die NITROX-Mischungen eingegeben: man sieht sofort die Verlängerung der Nullzeiten. Auch hier wieder: eine Kontrolle der Sauerstoff-Uhr (O<sub>2</sub> Toxizität) bleibt euch überlassen. Man kann natürlich m = 1.0, also mit 100 % Sauerstoff tauchen, was im Ergebnis eine ca. mehrstündige Nullzeit auf 70 m zur Folge hätte ... Ihr wißt natürlich, daß das physiologisch nicht möglich ist, drum gebt ihr sowas gar nicht erst ein.

Mit zunehmendem Sauerstoff Gehalt verlängern sich natürlich die Nullzeiten; Sterne ( \*\*\* ) bedeuten, das einfach eine Zahl zu gross oder zu klein ist zum Darstellen.

### 8 Eine Tauchgangssimulation: Nullzeittauchgang

Wir wollen einen längeren Nullzeit-Tauchgang mit Pressluft simulieren; Tauchtiefe 17 m für 55 min; da die Ceiling 0 ist, können wir nach der Simulation der Kompartimentsättigungen ("d", "17.0", "55") über "a" direkt zur Oberfläche:

```

was jetzt? D
Eingabe der TAUCHTIEFE in Metern & cm:(m.cm): 17.
Eingabe der TAUCHZEIT in Minuten (min): 55
P amb: 2.700 P insp N2: 2.083 P insp He: .000
max. Tiefe= 17.0 ges. Tzeit= 55.00 akt. Tiefe: 17.0 m akt. Zeit: 55.00
- - - - -
Nr.: 1 2.08 P N2 .00 P HE Sum.= 2.08 Ceil. m= .00 Putol: .42
Nr.: 2 2.07 P N2 .00 P HE Sum.= 2.07 Ceil. m= .00 Putol: .70
Nr.: 3 2.02 P N2 .00 P HE Sum.= 2.02 Ceil. m= .00 Putol: .84
Nr.: 4 1.92 P N2 .00 P HE Sum.= 1.92 Ceil. m= .00 Putol: .91
Nr.: 5 1.77 P N2 .00 P HE Sum.= 1.77 Ceil. m= .00 Putol: .93
Nr.: 6 1.61 P N2 .00 P HE Sum.= 1.61 Ceil. m= .00 Putol: .93
Nr.: 7 1.44 P N2 .00 P HE Sum.= 1.44 Ceil. m= .00 Putol: .87
Nr.: 8 1.29 P N2 .00 P HE Sum.= 1.29 Ceil. m= .00 Putol: .80
Nr.: 9 1.17 P N2 .00 P HE Sum.= 1.17 Ceil. m= .00 Putol: .72
Nr.: 10 1.09 P N2 .00 P HE Sum.= 1.09 Ceil. m= .00 Putol: .68
Nr.: 11 1.03 P N2 .00 P HE Sum.= 1.03 Ceil. m= .00 Putol: .65
Nr.: 12 .98 P N2 .00 P HE Sum.= .98 Ceil. m= .00 Putol: .63
Nr.: 13 .94 P N2 .00 P HE Sum.= .94 Ceil. m= .00 Putol: .62
Nr.: 14 .91 P N2 .00 P HE Sum.= .91 Ceil. m= .00 Putol: .62
Nr.: 15 .89 P N2 .00 P HE Sum.= .89 Ceil. m= .00 Putol: .61
Nr.: 16 .87 P N2 .00 P HE Sum.= .87 Ceil. m= .00 Putol: .61

```

```
was jetzt? a
```

maximale Ceiling: .00

Vorschlag Haldane 2:1 [m] = 3

Vorschlag Hills, B. A.: DEEP STOP [m] = 8

PDIS fuer TAU = 10 min: 16.63 [m]

PDIS fuer TAU = 20 min: 14.49 [m]

PDIS fuer TAU = 30 min: 12.27 [m]

Eingabe der Austauschstufe in Metern & cm:(m.cm):

Austauschstufe:	.00	Aufstiegszeit:	1.700	P insp N2:	.740	P insp He:	.000		
Nr.: 1	1.9202	P N2	.0000	P HE Sum.=	1.9202	Ceil. m=	.00	Putol:	.333
Nr.: 2	1.9840	P N2	.0000	P HE Sum.=	1.9840	Ceil. m=	.00	Putol:	.641
Nr.: 3	1.9680	P N2	.0000	P HE Sum.=	1.9680	Ceil. m=	.00	Putol:	.799
Nr.: 4	1.8877	P N2	.0000	P HE Sum.=	1.8877	Ceil. m=	.00	Putol:	.885
Nr.: 5	1.7531	P N2	.0000	P HE Sum.=	1.7531	Ceil. m=	.00	Putol:	.921
Nr.: 6	1.5995	P N2	.0000	P HE Sum.=	1.5995	Ceil. m=	.00	Putol:	.924
Nr.: 7	1.4418	P N2	.0000	P HE Sum.=	1.4418	Ceil. m=	.00	Putol:	.870
Nr.: 8	1.2968	P N2	.0000	P HE Sum.=	1.2968	Ceil. m=	.00	Putol:	.799
Nr.: 9	1.1743	P N2	.0000	P HE Sum.=	1.1743	Ceil. m=	.00	Putol:	.727
Nr.: 10	1.0898	P N2	.0000	P HE Sum.=	1.0898	Ceil. m=	.00	Putol:	.682
Nr.: 11	1.0309	P N2	.0000	P HE Sum.=	1.0309	Ceil. m=	.00	Putol:	.654
Nr.: 12	.9828	P N2	.0000	P HE Sum.=	.9828	Ceil. m=	.00	Putol:	.636
Nr.: 13	.9438	P N2	.0000	P HE Sum.=	.9438	Ceil. m=	.00	Putol:	.626
Nr.: 14	.9119	P N2	.0000	P HE Sum.=	.9119	Ceil. m=	.00	Putol:	.621
Nr.: 15	.8866	P N2	.0000	P HE Sum.=	.8866	Ceil. m=	.00	Putol:	.613
Nr.: 16	.8664	P N2	.0000	P HE Sum.=	.8664	Ceil. m=	.00	Putol:	.612

Diese Tabelle gibt pro Kompartiment den berechneten Stickstoff- und den Heliumpartialdruck (in bar), sowie den Summenwert an. Die Summe ist bei Luft/EAN unverändert, erst bei einem Helium-Anteil passiert hier was. Die Ceiling (engl.: Decke) ist die höchste erlaubte Austauschstufe, in m, d.h. der maximalen, tolerierten Umgebungsdruck. Dieser Druck ist natürlich von Kompartiment zu Kompartiment verschieden. Erst ab einem Druck größer wie 1,0 bar wird auch die Ceiling größer Null! Gleiches gilt genauso für Helium. Diese Daten können wir separat speichern, um z.B. später mit den Daten aus dem Tauchcomputer Logbuch zu vergleichen. Zu jedem beliebigen Zeitpunkt der Simulation kann man über Eingabe von „Z“ [wie „Zeige“] diese Daten anschauen und über „F“ [wie „File“] in das Kompartiments-Protokollfile abspeichern.

Mit „P“ erhalten wir den Plot der Inertgassättigung über alle 16 Kompartimente, getrennt für jedes Kompartiment nach Stickstoff- und Heliumanteilen. Es werden die berechneten Inertgas-Partialdrücke für die 16 Kompartimente dargestellt. Die gelben Balken sind proportional den absoluten Werten der N2-Partialdrücken, die blauen entsprechen den Helium-Kompartimentsättigungen, die Größe dieser Werte kann man am linken Rand, der Y-Achse, direkt in Bar ablesen. Je nach Lage zum inspiratorischen Inertgasdruck (die grüne Linie für N2, die blaue für He) wird das Kompartiment noch weiter aufgesättigt (unterhalb den Linien) oder aber bereits entsättigt (Balken sind größer als die Linien). Die Ceiling wird als kleiner roter Strich dargestellt, ebenfalls als Absolutwert in Bar. Wird jetzt nur ein Ceiling-Wert größer 1, z.B. 1,3; bedeutet es, daß max. bis zu diesem absoluten (Umgebungsdruck) Druck aufgetaucht werden darf, hier am Beispiel bis auf 3 m.

Nun tauchen wir auf : „a“ und machen hernach eine Oberflächenpause: „e“ von, sagen wir ca. 8 h (über Nacht, 8 h = 480 min). Danach kontrollieren wir die Inertgaspartialdrücke in den Kompartimenten über "z": ... und stellen fest, daß selbst über Nacht einige Kompartimente nicht komplett entsättigt sind! Die Oberflächenpause wird einfach als Tauchzeit bei Tiefe = 0.0 m („d“) oder als Deko-Stoppzeit bei Tiefe = 0.0 m angegeben („e“):

Nr.: 12	.8005	P N2	.0000	P HE Sum.=	.8005	Ceil. m=	.00	Putol:	.422
Nr.: 13	.8086	P N2	.0000	P HE Sum.=	.8086	Ceil. m=	.00	Putol:	.455
Nr.: 14	.8134	P N2	.0000	P HE Sum.=	.8134	Ceil. m=	.00	Putol:	.487
Nr.: 15	.8152	P N2	.0000	P HE Sum.=	.8152	Ceil. m=	.00	Putol:	.510
Nr.: 16	.8149	P N2	.0000	P HE Sum.=	.8149	Ceil. m=	.00	Putol:	.533



TIEFE	ZEIT	GES. ZEIT	N	O	HE	CNS	OTU	GAS
X	.00	.00	.79	.21	.00	0.	0.	.00
D	42.00	21.00	.79	.21	.00	9.	24.	2730.00
A	24.00	1.80	.79	.21	.00	9.	25.	126.00
E	24.00	1.00	.79	.21	.00	9.	26.	85.00
A	12.00	1.20	.79	.21	.00	9.	26.	120.00
E	12.00	1.00	.79	.21	.00	9.	26.	55.00
A	6.00	.60	.79	.21	.00	9.	26.	69.00
E	6.00	3.00	.79	.21	.00	9.	26.	120.00
A	3.00	.30	.79	.21	.00	9.	26.	36.75
E	3.00	12.00	.79	.21	.00	9.	26.	390.00
A	.00	.30	.79	.21	.00	9.	26.	39.00
X	.00	.00	.79	.21	.00	9.	26.	.00

\*\*\*\*\*

Beginnend sehen wir den aktuellen Zeitstempel sowie rechts die Kennzeichnung der Version;

"X": Anfang und Endes des TG

"D": Grundphase oder weitere Tauchphasen

"A": Aufstieg und "E" Entsättigung

wir sehen die Zeiten auf jeder Stufe (TIEFE / ZEIT) sowie aufsummierten Zeiten (GESamte ZEIT = run time), das verwendete Gas sowie die CNS und OTU Werte; über den Befehl "AMV" kann man die berechneten Gasmengen (GAS) für jede Stufe anpassen.

## 10 TEC Diving

Simulation eines Deko-Tauchganges mit normoxischem Trimix und mit accelerated Deco, TG auf 50 m für 20 min mit Tmx 20/30/50.

Befehlsfolge:

„m“ „2“ „3“ „d“ „50.“ „20“ „a“ bzw. „ad“

ergibt eine automatisierte Deko-Prognose mit EAN50, EAN75 & EAN98:

```

Deko Prognose:
12m Stopp Prognose Dekozeit: 2.00 Komp.#: 3
9m Stopp Prognose Dekozeit: 4.00 Komp.#: 5
6m Stopp Prognose Dekozeit: 8.00 Komp.#: 6
3m Stopp Prognose Dekozeit: 18.00 Komp.#: 8
TTS = 37.00

was jetzt?ad
Accelerated Deko Prognose:
12m Stopp Prognose Dekozeit (EAN 75): 1.00
9m Stopp Prognose Dekozeit (EAN 75): 3.00
6m Stopp Prognose Dekozeit (100 O2): 3.00
3m Stopp Prognose Dekozeit (100 O2): 6.00
TTS = 18.00
AD Deko Prognose, mit Sauerstoff-Korrekturfaktoren:
12m Stopp Prognose Dekozeit ( OC ): 1.00
9m Stopp Prognose Dekozeit ( OC ): 4.00
6m Stopp Prognose Dekozeit ( OC ): 4.00
3m Stopp Prognose Dekozeit ( OC ): 8.00
TTS = 22.00

```

Die Sauerstoff-Korrekturen kann man über "OC" abrufen: diese spielen bei kurzen Deko-Stopps aber noch keine grosse Rolle. Bemerkbar macht sich aber eine asymmetrische Entsättigung: einfach amal "ASY" eintippen und vergleichen, wie sich denn die TTS verlängert.

Wer es schneller haben will, kann eine einfache, automatisierte Prognose über "AD" für die beschleunigte Dekompression rechnen lassen.

Die Gasmengen werden für jede Stufe gesondert berechnet um damit die Gaswechsel durchführen zu können. Hierbei wird das AMV = 25 L / min. angesetzt: dies kann über „V“ geändert werden. Mit einem Doppel-12er und 2 EAN-Stages behängt sind 25 L/min in der Grundphase nicht zuviel!

Bemerkung: AMV = Oberflächen-Atemminutenvolumen, wird im englischen oft als SAC (Surface Air Consumption) bezeichnet. Auf den Deko-Stufen wird gerne mit 13 oder 11 L / min gerechnet.

Mit „M“ kann zu jeder Zeit das Gemisch geändert werden, wir könnten also einen „optimal Deco-Mix“ simulieren, d.h. so viele Gaswechsel machen, damit wir in jeder Tiefe ständig bei einem  $pO_2 \geq 1,6$  Bar sind. Wenn wir den Sauerstoffgehalt erhöhen, werden dann auch die %CNS und die OTUs interessant. Wird der Sauerstoffpartialdruck  $\geq 1,6$  Bar so wechselt die Farbe der Beschriftung im Plot "P" von **weiß** nach **rot**.

## 11 Deep Stops / way points

Die Entsättigungs-Rampe wird, wie bei den meisten Computern / Tabellen mit 10 m / min. angenommen: wir können natürlich auch hier variieren (z.B. für sogenannte „DEEP STOP“s) indem wir statt zur Ceiling (oder in die Nähe der Ceiling) einfach z.B. von 50 m nach 35 m auftauchen oder die Aufstiegsintervalle noch enger setzen. Ab der Version 2.5 wird in der Austauschphase (Eingabe von „A“) ein Vorschlag für einen optionalen „deep stop“ gemacht, ab Version 2.80 werden zusätzlich (Standard-) Deko-Prognosen ausgegeben, ab 2.97 können wir auch die Aufstiegsrate über "AR" anpassen.

Ab der Version 2.85 werden bei „A“ zusätzlich verschiedene „deep stop“ Strategien angezeigt:

- Methode Haldane ist die übliche Druckreduktion im Verhältnis 2:1
- Methode Hills, nach Brian Andrew Hills, aus seinem Buch „Decompression Sickness“
- PDIS (Profile Dependant Intermediate Stop) ist die UWATEC Methode, bei der auf das Kompartiment mit TAU = 20 min geachtet wird. Zusätzlich haben wir hier noch ein schnelleres und ein langsames Kompartiment auf dem Radar zur Vergleichszwecken.
- Ist  $fHe > 0$ , wird auch für die He-Kompartimente ein PDIS abgeschätzt ...
- wurde vorher über „NC“ oder "HC", jeweils Option 3 eine Koeffizientenmatrix mit den GF HI / LO ungleich 1.0 eingelesen, erscheinen zusätzlich die Prognosen nach der VG-Methode (siehe „VGM“):

Zwei Besonderheiten:

- 1) Die Deko-Zeiten von 0.0 bedeuten, daß das jeweilige Kompartiment bereits entsättigt ist und somit keinen Beitrag zur Deko-Zeit leistet.
- 2) Deko-Zeiten von 99.99 o.ä. bedeuten, daß diese Kompartimente eine geringere Sättigung als der vorherrschende inspiratorische Stickstoffpartialdruck aufweisen und somit zur Berechnung einer Deko-Zeit nicht mehr herangezogen werden. Diese Kompartimente sättigen sich lediglich noch weiter auf in der Deko.
- 3) \*\*\*\*\* bedeutet das die Zahl zu groß ist zum darstellen

Von Hand eingefügte Deep Stops beim Aufstieg werden gerne auch als „way points“ bezeichnet, also Punkte auf dem Wege des Aufstieges. Ein TG von 51 m und 18 min. könnte dann z.B. so aussehen:

```

Yr: 2010 Mon: 05 D: 27 Hr: 19 Min: 43 Version: 2_900, 06/2010
Test TG 51 m / 18 min deep stops / Way Points
TIEFE  ZEIT  GES. ZEIT  N   O   HE  CNS  OTU  GAS
X      .00   .00      .00  .79 .21 .00  0.   0.   .00
D 51.00 18.00 18.00   .79 .21 .00 10.  26. 2745.00
A 30.00 2.10 20.10   .79 .21 .00 11.  28. 162.75
D 30.00 2.00 22.10   .79 .21 .00 11.  29. 200.00 ← deep stop
A 20.00 1.00 23.10   .79 .21 .00 11.  29. 102.50
D 20.00 2.00 25.10   .79 .21 .00 12.  30. 150.00 ← deep stop
A 15.00 .50 25.60   .79 .21 .00 12.  30.  57.50

```

D	15.00	2.00	27.60	.79	.21	.00	12.	30.	125.00
A	9.00	.60	28.20	.79	.21	.00	12.	30.	78.00
E	9.00	2.00	30.20	.79	.21	.00	12.	30.	95.00
A	6.00	.30	30.50	.79	.21	.00	12.	30.	41.25
E	6.00	6.00	36.50	.79	.21	.00	12.	30.	240.00
A	3.00	.30	36.80	.79	.21	.00	12.	30.	43.50
E	3.00	17.00	53.80	.79	.21	.00	12.	30.	552.50
A	.00	.30	54.10	.79	.21	.00	12.	30.	45.75
X	.00	.00	.00	.79	.21	.00	12.	30.	.00

Im Vergleich zu DIVE mit Bühlmann und der DECO2000 Tabelle haben wir dann:

Stops:	30 m	20 m	15 m	12 m	9 m	6 m	3 m	TTS
ZH-86					4'	5'	13'	27'
Deco 2000				2'	4'	7'	14'	32'
DIVE / way points	2'	2'	2'	--	2'	6'	17'	36'
DIVE / „B“				2'	3'	7'	17'	34'
DIVE / Deco 2000			1'	2'	3'	9'	15'	35'

TTS bedeutet: time-to-surface in Minuten: die Summe aller Stopp-Zeiten plus eine Standard-Auftauchrampe mit 10 m/min gerechnet.

Die Standard-Dekomprognose (bezogen auf den jeweiligen gerade geladenen Koeffizientensatz) wird bei Aufstieg („a“) gleich mitangezeigt. Andere Simulationen gehen mit: "S", "PMRC", "ASY", "OC" oder auch "AD".

Bei den Sauerstoff-Dekompressionen wird ab 6m mit EAN100, eigentlich 100% O<sub>2</sub>, intern aber mit nur 98%, gerechnet. Auf Grund der USN Correction Factors müssen dann diese Zeiten wieder nach oben korrigiert werden! Werden diese Zeiten auf der 6- und 3-m Stufe noch länger, werden automatisch zur TTS die AIR BREAKS (Luftpausen) addiert.

Werfen wir noch einen kurzen Blick auf die sogenannten "run-times", unser Protokoll-File: die run time ist die verstrichene Zeit, diese findet man im Protokoll-File in der 4. Spalte unter der Bezeichnung: GES. ZEIT. DIVE erzeugt automatisch diese run times in Form des Protokoll-Files „PROTOCOL.TXT“, sobald das Programm den Ordner

C:\DIVE\PROT

vorfindet, werden mit jedem Aufrufen von DIVE die TG-Daten als ASCII File angehängt. Die einzelnen TG sind mit:

```
TIEFE  ZEIT  GES. ZEIT  N    O  HE  CNS  OTU  GAS
X      .00   .00     .00  .79 .21 .00  0.   0.   .00
```

voneinander getrennt. PROTOCOL.TXT kann jederzeit gelöscht oder z.B. mit dem NOTEPAD (Start -> Ausführen -> NOTEPAD ) etc. editiert werden und Kommentare könnten eingefügt werden. Auch beim Wechsel auf eine andere Version des Programmes wird das Protokoll-File einfach fortgeschrieben.

Bemerkung (gültig ab der Version 2.5 und höheren):  
beim Start des Programms wird eine Kommentarzeile abgefragt (man kann auch hier nichts eingeben). Diese Kommentarzeile wird dann zusätzlich als Trennung zwischen den einzelnen Tauchgängen im Protokoll-File gezeigt, zusätzlich wird automatisch zur besseren Kennzeichnung auch noch das aktuelle Systemdatum eingefügt.

## 12 Deko-Prognosen

Ab Version 2.73 werden bei Druckreduktionen (Auftauchen mittels „a“ oder „d“) automatisch einfache Deko-Prognosen angezeigt, sofern die aktuelle Tauchtiefe grösser 2m beträgt und die NDl abgelaufen sind! Die Basis ist die aktuell geladene Koeffizienten-Matrix (Befehl „HC“ oder "NC", aber nur, wenn ihr was

ändern wollt!). Per default (also, wenn ihr nix ändert) werden die Bühlmann Koeffizienten von 1993 benutzt. Diese Prognose würde auch ein Tauchcomputer anzeigen, sobald die NDLs abgelaufen sind und die allfällige Deko-Pflicht beginnt.

Zusätzlich könnte man jetzt mit „S“ oder „PMRC“, „ASY“ oder auch „OC“ andere Simulationen gegen diese Standard-Prognose laufen lassen um die qualitativen oder auch nur quantitativen Änderungen festzustellen.

Ganz wichtig: die berechneten Kompartimentsättigungen werden durch keines der Prognose- / Simulationstools geändert! Im Klartext: egal welches Modell ihr wählt oder wann welche Simulation berechnet wird: die dem Tauchprofil entsprechenden Werte („Z“) werden nicht beeinflusst! Dies ist wichtig, da ihr nur so „ungestört“ weiter tauchen / planen könnt und da es ja eine Vielzahl von Simulationstools gibt ... Da Bühlmann (2002, S. 165) in die Tabellenberechnung noch einen Sicherheits- bzw. Korrekturfaktor (Rechentiefe = Tiefe \* 1,03 + 1 m) miteinfließen läßt, kann man diesen über den Befehl „B“ nachbilden. Diese Korrektur gilt dann global und solange das Programm läuft bzw. bis mit „CLR“ alles wieder auf die Anfangswerte zurückgesetzt wird.

### 13 Rebreather (SCR)-Tauchgänge simulieren

Selbstverständlich können auch TG für halbgeschlossene Kreislaufgeräte (semiclosed rebreather, SCR), geplant & simuliert werden. Das funktioniert deshalb, weil bei SCR's genau wie beim offenen System (SCUBA) der Inertgaspartialdruck linear mit der Tiefe geht (bei CCR's wird ja der Sauerstoffpartialdruck konstant gehalten). Lediglich der veränderte Stickstoffgehalt des Atembeutels beeinflusst die Stickstoffsättigung: wir dürfen also nicht mit dem Gehalt des Pre-Mixes (aus der Flasche) rechnen! Es muß die Anstrengung berücksichtigt werden: über den Sauerstoffverbrauch muß eine sinnvolle Annahme getroffen werden und hiermit der Stickstoffgehalt im Atembeutel nach oben korrigiert werden. Eine Faustregel besagt, daß mit durchschnittlicher Anstrengung ca. 80 % des Pre-Mix Sauerstoffanteils im Atembeutel zu finden ist. Bsp.: Pre-Mix eines SCR DOLPHINs sei ein Nitrox 40, 40 % Sauerstoff. Im Atembeutel sind dann nur noch ca.  $40 * 0,8 = 32$  % Sauerstoff vorhanden: der Stickstoffanteil des geatmeten Gemisches ist also von 60 auf 68 % gestiegen! Wir müssen also bei der Eingabe des Gemisches (M) statt 0,4 0,32 eintippen! (Bem.: natürlich kann man auch, mit entsprechender Mühe, CCR TG simulieren. Beim CCR wird der O<sub>2</sub> Partialdruck konstant gehalten. Der Wert für die Tiefe sei z.B. pO<sub>2</sub> = 0,7 Bar (lower, deep SET POINT). Tauchen wir auf 40 m und wollen diesen pO<sub>2</sub> erreichen muß über „M“ folgender O<sub>2</sub>-Anteil gesetzt sein: 0,14; und zwar ausschließlich und für die Dauer dieser Tiefenstufe. Wird über „D“ oder „A“ die Tiefe verändert, muß vorher wieder über „M“ der Sauerstoff-Anteil korrigiert werden!

### 14 “O” = Time-to-Flight und Entsättigung

Die „time-to-flight“ (Zeit des Flugverbotes) und die totale Entsättigungszeit wird über: „O“ ausgegeben. Hier nochmals der Hinweis auf den Unterschied zwischen time-to-flight und der kompletten, totalen Entsättigung: letztere ist eigentlich mathematisch erst nach einer unendlich langen OFP möglich wegen der Exponentialfunktion: es muß also mit einem künstlichen Grenzwert gerechnet werden. Dieser Grenzwert ist sehr klein (z.B. 1/1000) und deshalb dauert die Entsättigung entsprechend lange. Hier rechnen wir mit 1/2 der täglichen durchschnittlichen Luftdruckschwankungen, die im Mittel 0,02 Bar (20 mbar) betragen. Unser Grenzwert lautet somit genau 10 mbar.

Der Grenzwert für das Flugverbot ist vorgegeben, nämlich als minimaler Kabinendruck. Dieser beträgt, wie Ihr jetzt aus dem Kurs wißt, ca. 0,58 bar und ist somit sehr, sehr viel größer als das o.g. 1/1000:

```

was jetzt?o
I: 1  Entsaettigungszeit: 5.73 min.      Zeit bis Flug: .00 --
I: 2  Entsaettigungszeit: 15.49 min.     Zeit bis Flug: .00 --
I: 3  Entsaettigungszeit: 29.95 min.     Zeit bis Flug: .00 --
I: 4  Entsaettigungszeit: 49.41 min.     Zeit bis Flug: .00 --
I: 5  Entsaettigungszeit: 74.86 min.     Zeit bis Flug: 7.33 min.
I: 6  Entsaettigungszeit: 105.91 min.    Zeit bis Flug: 19.70 min.
I: 7  Entsaettigungszeit: 2.45 h.        Zeit bis Flug: 35.56 min.
I: 8  Entsaettigungszeit: 3.37 h.        Zeit bis Flug: 56.15 min.
I: 9  Entsaettigungszeit: 4.60 h.        Zeit bis Flug: 80.43 min.
I:10  Entsaettigungszeit: 5.94 h.        Zeit bis Flug: 107.64 min.
I:11  Entsaettigungszeit: 7.35 h.        Zeit bis Flug: 2.24 h.
I:12  Entsaettigungszeit: 9.02 h.        Zeit bis Flug: 2.81 h.
I:13  Entsaettigungszeit: 10.98 h.       Zeit bis Flug: 3.50 h.
I:14  Entsaettigungszeit: 13.26 h.       Zeit bis Flug: 4.47 h.
I:15  Entsaettigungszeit: 15.82 h.       Zeit bis Flug: 5.48 h.
I:16  Entsaettigungszeit: 18.62 h.       Zeit bis Flug: 7.18 h.

was jetzt?Entsaettigung und Zeit bis flug fuer den TMX 20/30/50: 50 m/20'

```

Die Entsättigungszeit, die ein durchschnittlicher Tauchcomputer ausgeben würde, wäre jetzt das Maximum aus der ersten Spalte, gerundet 19 h. Hierfür ist das Kompartiment # 16 verantwortlich.

Die Flugverbotszeit berechnet sich aus dem Maximum der letzten Spalte: das Kompartiment # 16 hat 7,18 ein Tauch-Computer würde also 8 bis ca. 12 h als time-to-flight ausgeben.

Hiervon völlig unberührt bleiben natürlich die UHMS Empfehlungen über „Fliegen nach dem Tauchen“, nämlich die 24 h zu warten!!! (siehe Kapitel 5 des Skriptes zum Computer/Tabellen Spezialkurs).

## 15 Oberflächen-Modus / TG Planer / rollierende NDL Tabelle

Fast alle Tauchcomputer bieten die o.g. Features an: i.d.R. zeigt der Computer, sobald er im Oberflächenmodus ist, die sogenannte „rollierende Nullzeit Tabelle“ an, d.h. mit fortschreitender Entsättigung während der OFP werden die NDLs in den üblichen 3-m Abständen ausgegeben. Selbstverständlich können wir das mit DIVE ebenfalls simulieren, indem wir während der OFP (Tauchtiefe = 0) einfach eine Entsättigung (mittels „e“) rechnen lassen: nach jedem „Deko-Stopp“ auf der Tauchtiefe 0 wird einfach über „t“ die gerade gültige Tabelle der NDLs ausgegeben. Das gilt auch dann, wenn der nachfolgende TG ein NITROX TG sein soll: einfach über „m“ das gewünschte Gemisch eingeben und mit „t“ die verlängerten NDLs angucken. Während der OFP werden die %CNS Werte entsprechend der allgemein akzeptierten HWZ für Sauerstoff von 90 min. reduziert! (Noch eine Bemerkung zu %CNS: diese können auch über 100 sein. Darüberhinaus benutzen wir in DIVE die CNS Werte der US Navy, diese gehen bis 2,0 Bar!)

## 16 respiratorischer Quotient

Belastung bzw. Ernährung können eingestellt werden:  $0,5 < R_q < 1,5$ . Bei kleinem  $R_q$  (Fettstoffwechsel, durchschnittliche Belastung) sinkt die Ceiling, bei größerem  $R_q$  (Kohlehydratstoffwechsel, hohe Belastung) steigt die Ceiling! Der Default für den  $R_q$  ist = 1 (Hahn), andere sehen das anders: z.B.: U.S.N. = 0,9. Die genauen Hintergründe für dieses Verhalten und die Details sowie die Formeln hierzu heben wir uns für den „deco workshop“ auf ...

## 17 Bergseetauchen

Zum Verändern des Umgebungsluftdruckes (default 1 Atm , ca. 1000 mbar) den Buchstaben „L“ (wie Luftdruck) eingeben, dann die Eingabe des gewünschten Luftdruckes. Faustregel: pro 1000 m Höhenzunahme: Druckabnahme um ca. 0,1 Bar, d.h. bei einem Bergsee auf 2.000 m Höhe wäre die Eingabe dann 0.8. Wenn ihr dann sofort spaßeshalber „T“ eingibt, seht ihr die entsprechende NDL-Tabelle für den Bergsee. Bsp.: um die NDL Werte für eine Bergseetabelle bis 1.500 m Höhe zu erhalten, bei „L“

einfach „0.85“ eingeben, dann mit „T“ die Tabelle anschauen: es sind die identischen Nullzeiten wie in der DECO 92 / DECO 2000 Bergseetabelle 701 – 1.500 m, d.h. ohne Adaption / Höhenanpassung.

## 18 Adaption / Anfahrtsrampe

Wenn ihr beim obigen Beispiel jetzt über „Z“ oder „P“ die Kompartimente kontrolliert, stellt ihr fest, daß diese NDL für die Sättigung bei Meereshöhe gelten. Wollt ihr eine Anfahrtsrampe simulieren bzw. die Höhenanpassung, d.h. den längeren Aufenthalt in der gewählten Höhe, dann einfach einen Deko-Stopp bei Tauchtiefe 0 wählen. Kontrolliert mit „Z“ oder „P“ wie mit länger andauernder Adaption die Kompartimente die geringere Sättigung bedingt durch den geringeren Luftdruck in der Höhe annehmen.

## 19 Error / Out-of-Range

Ein ganz wesentlicher Unterschied zu „lebenden“ Tauchcomputern ist das Verhalten im Fehlerfall. Wenn ihr zu lange zu rasch auftaucht oder Deko-Stopps zu lange mißachtet (die max. erlaubte Druckdifferenz von etwa 0,8 Bar darf im „echten Leben“ für ca. 2 – 3 min. erreicht werden) oder eine sonstige Begrenzung der Hardware überschreitet, z.B. zu große Tauchtiefe und zu lange Tauch- / resp. Deko-Stopp Zeiten, verabschieden sich die Kisten in der Regel. Entweder über Error / Out-of-Range oder SOS Anzeigen oder über 12 – 24 – 48 stündiges Zwangsabschalten oder das Einfrieren der Dekompressions-Analyse mit gleichzeitigem Rücksturz in den „Gauge“-Modus (nur noch Tiefe / Zeit im Display). Bei DIVE wird sowas normalerweise verhindert über zwei Text-Ausgaben mit den Aufforderungen: „Zuerst ganz austauchen“ bzw. „Deko-Stufe tiefer wählen“. Dies passiert immer dann, wenn die pure Mathematik Kopf stehen würde, also bei Divisionen durch Null oder beim Logarithmus aus negativen Zahlen.

## 20 Pre Breathing

Darunter wird das Atmen von reinem Sauerstoff vor dem TG verstanden. Es dient nicht nur zur weitergehenden Sauerstoffsättigung, sondern die schnellen Kompartimente werden „vor-entsättigt“! Ein 15 minütiges prebreathing Intervall können wir einfach so simulieren:

„m“ = 1.0 dann: „d“ mit Tiefe = 0.0 und Zeit = 15.

Mit „p“ kontrollieren wir, ob die Kompartimente tatsächlich entsättigt sind und machen nun einen TG, oder wir checken mit „n“ und der Wunsch-Tiefe lediglich die verlängerten Nullzeiten.

## 21 Isobare Gegendiffusion

Ähnlich wie o.g. Pre Breathing oder die Anfahrt zum Bergsee kann man auch eine isobare Gegendiffusion (ICD), z.B. an der Oberfläche simulieren:

über „m“ „.2“ „.8“ wird ein normoxisches Heliox vorgegeben, danach einfach bei Tiefe 0 mit „d“ oder „e“ die Gasaufnahme berechnen lassen. Wählt ihr kleine Zeitintervalle bei der Zeitabfrage, könnt ihr mit „p“ zuschauen, wie der sich Helium-Berg nacheinander durch alle Kompartimente durcharbeitet; die Übersättigungen relativ zum anliegenden Umgebungsdruck könnt ihr für jedes Kompartiment bequem über „z“ verfolgen.

## 22 Hinweise zu den Simulationen: die Tool Box

Mit:

„S“

(wie „Simulation“) werden zwei unterschiedliche Austausch-Strategien / Deko-Szenarien simuliert:

- Sicherheitszuschläge
- Konservativismus-Faktoren

Sicherheitszuschläge sind lediglich prozentuale Aufschläge zu den bereits berechneten Deko-Zeiten, kann eigentlich jeder im Kopf selber machen, sobald der Computer was anzeigt bzw. wenn ihr eine Planung mit der Tabelle macht. Die Zuschläge sind aufgerundet zur nächstgrößeren, ganzen Minuten-Zahl und betragen:

15, 20 und 25 %

Die Konservativismus-Faktoren (a la Methode COCHRAN, SUUNTO oder MARES) sind prozentuale Aufschläge auf die berechneten Kompartiment-Sättigungen. Üblicherweise kann man diese Prozentzahlen auch genau so in den genannten Tauch-Computern resp. den dazugehörigen Desktop-Deco-Softwares bei den Menues für „Alter“, „Fitness“ etc., eingeben. Die Aufschläge betragen 5, 10, 15 und 20 %. Aus den erhöhten Sättigungen berechnen sich dann ebenfalls verlängerte Deko-Stopps.

Mit:

„PMRC“

(wie „Proportional M-Value Reduction Concept“) wird ein anderes Deko-Szenario simuliert. Das PMRC ist ca. 2001 im DSL (Diving Safety Laboratory) gemeinsam von DAN / UWATEC entwickelt worden. Es bedeutet die Reduktion (Verringerung) der M-Werte (maximale Inertgasdrücke). Proportional bedeutet in diesem Zusammenhang proportional zu Lambda, also umgekehrt proportional zur Halbwertszeit. Im Klartext: je kürzer die HWZ desto größer die Reduktion! Das PMRC Szenario wartet deshalb mit tiefen Stopps und langen Deko-Zeiten auf!

Asymmetrische Entsättigungen und der R/L Shunt: durch Mikrogasblasen verzögerte Entsättigung kann mit dem Befehl:

„ASY“

(wie: asymmetrisch) simuliert werden. Dies geschieht in der Tiefe als auch während der OFP; eine weitere Asymmetrie kann über den Befehl:

„OC“

eingefügt werden. Hierbei werden die sogenannten Oxygen Correction Factors (Sauerstoff-Korrektur Faktoren) benutzt. Übersteigt die Dekompression mit reinem Sauerstoff (auf den 3 und 6 m Stufen) die 15 min. Marke, wird zusätzlich noch die Luftpause (AIR BREAK) mitberechnet und auch in der TTS ausgegeben.

Prinzipiell geben dann beide Verfahren eine verlängerte Deko-Prognose aus bzw. während der OFP zum Vergleich eine symmetrisch berechnete NDL Tabelle (kann auch über „T“ kontrolliert werden).

Ein funktionaler, also über die Ventilation der Lunge beeinflusster, Rechts-/Links Shunt (Shunt = Kurzschluß) kann während der OFP von 0 – 180 min. simuliert werden (Befehl: „RL“)

Wie auch bei den o.g. anderen Simulations-Verfahren werden die „ungestört“ berechneten Kompartimentsdrücke nicht manipuliert! Zum leichteren Vergleich werden die „ungestört“ berechneten NDL

Tabellen nach der Standard-Methode „symmetrisch“ ausgegeben und sofort dahinter die jeweilige Simulation.

Hintergrund-Info: bei „ASY“ steckt die Standardasymmetrie der USN mit 120 min. dahinter, die „OC“ stammen ebenfalls aus der Feder der USN. Das Modell für den R/L Shunt ist von Bühlmann (z.B.: [65] auf S. 123 zu finden). Weiteres ist dem deco workshop zu entnehmen.

### 23 Experten Modus: die Koeffizienten Matrix

Unter der Koeffizienten Matrix ist folgendes zu verstehen: es handelt sich um die Zusammenstellung der wesentlichen Parameter die für sämtliche „Post Haldane“ Perfusions-Deko-Algorithmen ähnlich sind. TAU ist die HWZ, A und B die jeweiligen Kompartimentskoeffizienten, GF HI und GF LO die Gradientenfaktoren High und Low. Wie die A- und B- Koeffizienten in die M und DeltaM Werte umzurechnen sind, habt ihr bereits im Kurs gelernt und was die GF HI & GF LO bewirken ebenfalls. Diese Matrix kann man nun ändern mit:

„NC“

(„.C“ wie Koeffizient auf englisch...) für die N<sub>2</sub>/Stickstoff-Koeffizienten sowie

„HC“

für die Helium-Koeffizienten. Man wird man in einen Dialog mit den folgenden 5 Optionen geführt:

1. die original Bühlmann Koeffizienten (default)
2. Hahn Koeffizienten, in etwa nach der DECO 2000 Tabelle
3. es wird eine Datei namens: N2COEFF.TXT (für Stickstoff) bzw. HECOEFF.TXT (für Helium) eingelesen. Diese müssen eine bestimmte Form haben und an einem bestimmten Platz stehen, sonst geht's halt nicht!
4. United States Navy, Methode Workman von 1965
5. ebenfalls USN: aber Methode von 2008, gemäß dem Koeffizientensatz namens „VVAL18“
6. nochmals USN, das aktuelle „VVAL76“, angepaßtes Subset -1

```
was jetzt?nc
Eingabe der N2-Koeffizienten Matrix:
1 = Buehlmann, 2 = Hahn, 3 = File, 4 = U.S. Navy 1965,
5 = USN: VVAL18, 6 = USN: VVAL76-1
_
```

Allerdings müßt ihr bei den Optionen 4 bis 6 berücksichtigen, daß die U.S. N. Tabellen für Salzwasser gerechnet sind sowie mit einem anderen R<sub>q</sub>. Weiterhin müßt ihr bei 5 & 6 über LS den Stopp auf 6 m legen, und „ASY“ berücksichtigen, sonst wird es schwierig mit der Vergleichbarkeit der gedruckten Tabellen. Die Hintergründe sowie die Parameter zu den Optionen 4 bis 6 findet ihr im „Deko Manual“.

Dann noch eine bittere Pille (zumindest für die aktuellen Versionen): den Parameter SDR, die Saturation/Desaturation Ratio, also die Verlangsamung der Entsättigung gegenüber der (Auf-)Sättigung bei O<sub>2</sub>-Deko, im Original = 0,7, haben wir identisch 1 gesetzt; den „EL-kick in“ Parameter P<sub>xo</sub> ist auf unendlich ...

Für die Option 3 gilt:

C:\DIVE\PROT\N2COEFF.TXT

sowie:

C:\DIVE\PROT\HECOEFF.TXT

ist der erwartete Pfad. Aussehen muß das File der Form nach genau so (Bsp. für N2):

#	TAU	A	B	HI	LO
01	4.0	1.2599	.5050	0.9	0.8
02	8.0	1.0000	.6514	0.9	0.8
03	12.5	.8618	.7222	0.9	0.8
04	18.5	.7562	.7825	0.9	0.8
05	27.0	.6200	.8126	0.9	0.8
06	38.3	.5043	.8434	0.9	0.8
07	54.3	.4410	.8693	0.9	0.8
08	77.0	.4000	.8910	0.9	0.8
09	109.0	.3750	.9092	0.9	0.8
10	146.0	.3500	.9222	0.9	0.8
11	187.0	.3295	.9319	0.9	0.8
12	239.0	.3065	.9403	0.9	0.8
13	305.0	.2835	.9477	0.9	0.8
14	390.0	.2610	.9544	0.9	0.8
15	498.0	.2480	.9602	0.9	0.8
16	635.0	.2327	.9653	0.9	0.8

und zwar GENAU so, incl. Blanks! Sonst geht's halt auch nicht!

Diese Files könnt ihr mit jedem ASCII Editor (z.B.: NOTEPAD; über: Start -> Ausführen -> Notepad) ändern und die Koeffizienten nach eurer Wahl anpassen. Nach dem Einlesen („NC“ oder "HC" jeweils mit der Option 3 = File) erfolgt sofort eine Wiedergabe auf dem Bildschirm: ihr könnt dann kontrollieren, ob alles so ist, wie es sein soll.... Andernfalls nochmals editieren und nochmals einlesen lassen. Geändert werden können prinzipiell alle Werte für TAU, A und B, und, ab der Version 2\_87, auch die Gradientenfaktoren pro Kompartiment GF HI und GF LO; ausser die Feldbreite der Zahlen bzw. der Kompartimentindex 1 -16!

Tipp: es macht wenig Sinn, z.B. die Hahn Koeffizienten nochmals zu verändern und dann das PMRC darüberlaufen zulassen: die Deko-Zeiten steigen lediglich ins Unendliche .... Ebenso ist der absoluten Veränderung der Bühlmann-Koeffizienten auch eine Grenze gesetzt: ihr wißt das ja aus dem Kurs, daß die a- & b-Koeffizienten mit der HWZ verküpft sind. Es kann aber durchaus Sinn machen, sich die Matrix vom Typ COCHRAN mit den sehr liberalen Werten, die ja in etwa den US Navy Werten entsprechen, herzunehmen und darauf dann eine PMRC Simulation durchzuführen (naja, deshalb heißt diese Option eben „Experten Modus“ ... ☺ )

Wird in der Koeffizientenmatrix auch nur einer der GF HI/LO gegenüber 1.0 verändert, wird die Berechnung nach der VGM Methode bemüht, die Ausgabe der Prognose beim Auftauchen sieht dann so aus:

```

Deko Prognose:
12m Stopp Prognose Dekozeit: 1.00 Komp. #: 2
9m Stopp Prognose Dekozeit: 3.00 Komp. #: 3
6m Stopp Prognose Dekozeit: 6.00 Komp. #: 4
3m Stopp Prognose Dekozeit: 15.00 Komp. #: 6
TTS = 30.00
GF FLAG: V Deko Prognose nach VGM:
18m Stopp Prognose VGM Deko: 1.00 Komp. #: 2 GFHI: 1.00 GFLO: .60 GF = .60
15m Stopp Prognose VGM Deko: 1.00 Komp. #: 2 GFHI: 1.00 GFLO: .60 GF = .67
12m Stopp Prognose VGM Deko: 2.00 Komp. #: 2 GFHI: 1.00 GFLO: .60 GF = .73
9m Stopp Prognose VGM Deko: 5.00 Komp. #: 2 GFHI: 1.00 GFLO: .60 GF = .80
6m Stopp Prognose VGM Deko: 15.00 Komp. #: 4 GFHI: 1.00 GFLO: 1.00 GF = 1.00
3m Stopp Prognose VGM Deko: 12.00 Komp. #: 5 GFHI: 1.00 GFLO: 1.00 GF = 1.00

```

Es wird zusätzlich zur VGM Deko-Zeit auf der jeweiligen Deko-Stufe auch noch das hierfür verantwortliche Kompartiment, die benutzten GF HI / LO Werte sowie der aktuell, der für genau dieses Kompartiment wirkende Gradientenfaktor (GF) dargestellt.

Wie funktioniert das?

Zuerst muß die Koeffizientenmatrix, bei einem Luft/EAN-TG die N2COEFF.TXT, editiert werden, dann über „NC“ und Option „3“ (=File) genau diese Datei einlesen und über „a“ die Deko-Prognose berechnen lassen:

```

was jetzt?nc
Eingabe der N2-Koeffizienten Matrix:
1 = Buehlmann, 2 = Hahn, 3 = File
3
Option: 3 gesetzt!
N2 - Kontrollausdruck!
=====
#   TAU   A       B       GFHI  GFLO
1   4.0   1.2599 .5050   1.0   .6
2   8.0   1.0000 .6514   1.0   .6
3  12.5   .8618   .7222   1.0   1.0
4  18.5   .7562   .7825   1.0   1.0
5  27.0   .6200   .8126   1.0   1.0
6  38.3   .5043   .8434   1.2   1.0
7  54.3   .4410   .8693   1.0   1.0
8  77.0   .4000   .8910   1.0   1.0
9  109.0  .3750   .9092   1.0   1.0
10 146.0  .3500   .9222   1.0   1.0
11 187.0  .3295   .9319   1.0   1.0
12 239.0  .3065   .9403   1.0   1.0
13 305.0  .2835   .9477   1.0   1.0
14 390.0  .2610   .9544   1.0   1.0
15 498.0  .2480   .9602   1.0   1.0
16 635.0  .2327   .9653   1.0   1.0

```

Kleine Denksportaufgabe zum Abschluß dieses Kapitels: wie könnt ihr elegant und mit wenig Aufwand eine Original-Haldane Tabelle nachrechnen? Tipp: wie müßt ihr A- und B- verändern, damit „2:1“ rauskommt? Noch'n Tipp: ab dem 6. Kompartiment nur noch die Werte vom 5. kopieren (mehr hatte ja die Haldane Theorie nicht vorgesehen ...)

## 24 „LS“ = die „last stop“ Option, der letzte Stopp!

Hiermit kann die Tiefe des letzten Stopps vor Erreichen der Oberfläche geändert werden. Normalerweise sind das ja 3 m. Es gibt aber zahlreiche Situationen, in denen es sinnvoller ist, auf einer anderen Tiefenstufe vor Erreichen der Oberfläche zu dekomprimieren.

- Bergseetauchen: bei stark reduziertem Umgebungsdruck wird die letzte Stufe in ca. 2 m absolviert
- Strömung, Dünung, Wellengang, starker Schiffsverkehr: auch hier sind ab- und zu 6 m sicherer wie 3 m
- Mischgas-TG: bei Helium im Atemgas wird üblicherweise zum Schluß zwischen 4 – 6 m dekomprimiert
- Accelerated Deco / 100 % O<sub>2</sub>: die effizienteste Entsättigung findet mit reinem Sauerstoff auf 6 m statt
- USN Tabelle, Rev. 6 / 2008: die letzten Stopps sind ausschließlich die der 20 feet Marke!
- Kommerzielle Heliox-Tabellen machen den letzten Stopp meist bei 9 m

## 25 „GF“ = die Gradientenfaktoren

Über die Eingabe der Gradientenfaktoren GF HI (=High, an der Oberfläche) und GF LO (=Low, bei den deep stops) kann eine konservativere Rechenmethode erzwungen werden, ohne daß hierzu die Koeffizienten manipuliert werden müßten. Im Klartext: es genügt die Eingabe von genau 2 Faktoren für die komplette Schar aller Kompartimente. Im Dialog „GF“ werden zunächst der GF HI und dann der GF LO abgefragt, der GH HI sollte größer als der GF LO sein. Beim Auftauchen („A“) werden die deep stop Vorschläge und lediglich die Standard-Dekoprognose angegeben, wenn die GF's = 1.0 sind. Sind die GF's geändert (Kontrolle über „Z“), wird auch zusätzlich die Prognose mit diesen GF's berechnet.

Bsp. TG mit Tiefe 30 m / 30 min. und GF HI = 0.9, GF LO = 0.5 ergibt folgende Ausgabe:

```

Deko Prognose:
6m Stopp Prognose Dekozeit: 1.00 Komp.#: 3
3m Stopp Prognose Dekozeit: 9.00 Komp.#: 5
TTS = 13.00
Deko Prognose mit Gradientenfaktoren: GFHI= .90 GFLO= .50
12m Stopp Prognose Dekozeit: 1.00 GF = .50 Komp.#: 2
9m Stopp Prognose Dekozeit: 3.00 GF = .60 Komp.#: 3
6m Stopp Prognose Dekozeit: 6.00 GF = .70 Komp.#: 4
3m Stopp Prognose Dekozeit: 14.00 GF = .80 Komp.#: 6
TTS = 27.00

```

Der GF LO beginnt hier in diesem Beispiel bei 0,5 und erzwingt somit die tiefen Stopps bei 12 und 9 m (statt 6 m), die Deko-Zeit bei 6 m wird verlängert, der GF ist von 0,5 über 0,6 jetzt bei 0,7. Bei 3m ist der GF bei 0,8 und bedingt hier die ebenfalls verlängerte Deko-Zeit. Beim Auftauchen auf 0m wird somit statt 100 % der ursprünglichen a-/b Koeffizienten der Zielwert von 90 % erreicht (GF HI = 0,9); die TTS ist von 13 auf 27 min angestiegen.

Im Gegensatz dazu steht das VGM: hier könnt ihr über die Befehle „NC“ bzw. "HC" ganz gezielt für jedes einzelne Kompartiment den GF HI und den GF LO anpassen!

## 26 VGM, die „Variable Gradient Method“

Bei der VGM können die GF HI / LO pro Kompartiment so eingestellt werden, wie es der subjektiven / physiologischen Verfassung entspricht. Somit können diese GFs nicht nur < 1 werden (Standard GF Methode, siehe oben) sondern auch >1! D.h. es wird eine aggressivere Rechenweise erzwungen und u.U. die Deko-Stopps verkürzt!

Folgendes kleine Beispielchen vom obigen TG (30 m, 30 min) soll das zeigen. Verändert wurde in der Koeffizientenmatrix nur ein einziger Wert: nämlich der GF HI von 1,0 auf 1,1 im Kompartiment #5! Alle anderen 79 Parameter blieben unverändert!

```

Deko Prognose:
6m Stopp Prognose Dekozeit: 1.00 Komp.#: 3
3m Stopp Prognose Dekozeit: 9.00 Komp.#: 5
TTS = 13.00
GF FLAG: U Deko Prognose nach UGM:
6m Stopp Prognose UGM Deko: 1.00 Komp.: 3 GFHI: 1.00 GFLO: 1.00 GF = 1.00
3m Stopp Prognose UGM Deko: 7.00 Komp.: 4 GFHI: 1.00 GFLO: 1.00 GF = 1.00

```

Die Ausgabe zeigt: Tiefe des Stopps, Deko-Zeit, hierfür verantwortliches Kompartiment sowie die dazugehörigen GF HI / GF LO und der aktuell wirkende GF Wert: allerdings hat sich das Leitkompartiment von #5 nach vorne verschoben auf das #4 und somit die Stopp-Zeit auf der 3 m Stufe von 9 auf 7 min. verkürzt!

Die üblichen VGM-Simulatoren zeigen normalerweise nur 3 Gruppen von Kompartimenten, nämlich schnelle, mittlere und die langsame Gruppe. Ab DIVE V 2\_87 jedoch können wir alle Kompartimente explizit und voneinander unabhängig bearbeiten; siehe auch das obige Kapitel zum Umgang mit den Koeffizientenmatrizen, Befehle: „NC“ & „HC“.

## 27 „AR“ = ascend rate

Aufstiegsrate, von ca. 0,1 (Sättigungs-TG) bis 200 (Apnoe) m/min anpaßbar

## 28 „AD“ = accelerated deco

bei der MOD von einem max.  $pO_2$  von ca. 1,6 Bar werden nacheinander und automatisch die EAN Gase 50, 75 und 98 zur Dekompressionsprognose herangezogen (98 deshalb, weil 100%ig ist eigentlich garnix auf dieser Welt ...)

## 29 „MX“ = Matrix der gewichteten Koeffizienten

bei Mischgasen müssen die A-, B- und HWZ Koeffizienten gemäß der Gewebesättigung des jeweiligen Inertgases gewichtet werden. Dies geschieht gemeinhin nach folgendem Muster (am Bsp. des a-Koeffizienten):

$$a_{\text{Mischgas}} = (a_{N_2} * p_{\text{Gewebe}N_2} + a_{He} * p_{\text{Gewebe}He}) / (p_{\text{Gewebe}N_2} + p_{\text{Gewebe}He})$$

Folglich bleibt nur noch die "Kompartiment-Nummer" erhalten, alles andere wird im Verhältnis zur Summe der  $N_2$  und He Partialdrücke im Kompartiment bewertet. Da man hierbei leicht den Überblick verlieren kann, vor allem, wenn man mit anderen Desktop-Deco Softwares vergleichen möchte, gibt es die kleine Matrix mit den gerade aktuellen, nur zur Laufzeit gültigen Werten!

## 30 „W“ = workload / Arbeitsbelastung

Workload = Arbeitsbelastung, und damit der Sauerstoffverbrauch  $VO_2$ .  $VO_2$  kann von 0,25 (Ruhe) bis 3 L/min. (olympische Höchstlast) eingestellt werden. Über die erhöhte Muskelbelastung wird der erhöhte Sauerstoffbedarf angefordert und dies wird über eine erhöhte Durchblutung gewährleistet. Damit wird aber auch die mathematische Perfusion erhöht und somit die Halbwertszeit in einigen Kompartimenten verringert, was sich letztenendes in einer erhöhten Inertgassättigung widerspiegelt. Dies wiederum führt zur verkürzten NDL (siehe der Screen shot unten) bzw. zu verlängerten Stopp-Zeiten, wenn ihr die Deko-Stops (wieder in Ruhe) absitzt:

```

was jetzt?w
Eingabe Sauerstoffverbrauch [ L / min ] 0.25 -> 3.0 L/min: .5
was jetzt?t
6.0 m: ***** min. 9.0 m: 610.2 min. 12.0 m: 148.1 min. 15.0 m: 71.6 min.
18.0 m: 47.4 min. 21.0 m: 34.0 min. 24.0 m: 26.9 min. 27.0 m: 22.3 min.
30.0 m: 16.8 min. 33.0 m: 13.7 min. 36.0 m: 11.7 min. 39.0 m: 10.0 min.
42.0 m: 8.3 min. 45.0 m: 7.2 min. 48.0 m: 6.4 min. 51.0 m: 5.7 min.
54.0 m: 5.2 min. 57.0 m: 4.8 min. 60.0 m: 4.4 min. 63.0 m: 4.1 min.
was jetzt?w
Eingabe Sauerstoffverbrauch [ L / min ] 0.25 -> 3.0 L/min: 1.
was jetzt?t
6.0 m: ***** min. 9.0 m: 425.4 min. 12.0 m: 103.3 min. 15.0 m: 49.9 min.
18.0 m: 33.0 min. 21.0 m: 23.7 min. 24.0 m: 18.8 min. 27.0 m: 15.6 min.
30.0 m: 13.3 min. 33.0 m: 11.7 min. 36.0 m: 10.4 min. 39.0 m: 9.4 min.
42.0 m: 8.3 min. 45.0 m: 7.2 min. 48.0 m: 6.4 min. 51.0 m: 5.7 min.
54.0 m: 5.2 min. 57.0 m: 4.8 min. 60.0 m: 4.4 min. 63.0 m: 4.1 min.
was jetzt?w
Eingabe Sauerstoffverbrauch [ L / min ] 0.25 -> 3.0 L/min: 1.5
was jetzt?t
6.0 m: ***** min. 9.0 m: 326.5 min. 12.0 m: 79.3 min. 15.0 m: 38.3 min.
18.0 m: 25.4 min. 21.0 m: 18.2 min. 24.0 m: 14.4 min. 27.0 m: 12.0 min.
30.0 m: 10.2 min. 33.0 m: 9.0 min. 36.0 m: 8.0 min. 39.0 m: 7.2 min.
42.0 m: 6.6 min. 45.0 m: 6.0 min. 48.0 m: 5.6 min. 51.0 m: 5.2 min.
54.0 m: 4.8 min. 57.0 m: 4.5 min. 60.0 m: 4.3 min. 63.0 m: 4.0 min.
was jetzt?w
Eingabe Sauerstoffverbrauch [ L / min ] 0.25 -> 3.0 L/min: 2.
was jetzt?t
6.0 m: ***** min. 9.0 m: 264.9 min. 12.0 m: 64.3 min. 15.0 m: 31.1 min.
18.0 m: 20.6 min. 21.0 m: 14.8 min. 24.0 m: 11.7 min. 27.0 m: 9.7 min.
30.0 m: 8.3 min. 33.0 m: 7.3 min. 36.0 m: 6.5 min. 39.0 m: 5.8 min.
42.0 m: 5.3 min. 45.0 m: 4.9 min. 48.0 m: 4.5 min. 51.0 m: 4.2 min.
54.0 m: 3.9 min. 57.0 m: 3.7 min. 60.0 m: 3.5 min. 63.0 m: 3.3 min.

```

### 31 "PDCS" = Probability of Decompression Sickness

hier wird mittels ganz unterschiedlicher Methoden eine grobe Abschätzung von P(DCS) gemacht.

- Methode I: ist diejenige von: Southerland, David Graham: PHD Thesis, 1992, p. 78 & p. 9
- Methode II: PME Model, von uns erweitert auf 6 Kompartimente für TEC Diving mit Helium
- Methode III: Band VI, „Statistically Based Decompression Tables“, p.5 & p. 55 mit einem von uns vereinfachten Risiko-Integral
- Methode IV: NEDU Report von 12/2004: TR 04-41, p.8 & p. 11, ohne jegliche Adaption von uns, abhängig von der TTS
- Methode V: NEDU Report TR 09-03 1/2009, p. 9 & 11, auch ohne Adaption, ist aber stark abhängig von der Ascent Rate

Hier ein Beispiel:

```

was jetzt?pdcs
Eingabe der TTS (fuer Methode IV) in min:
36
Methode I: Southerland 1992, P(DCS) = .22887
Methode II: PME enhanced 6 Compartments P(DCS) = .16548
Methode III: Stat. Tables Part VI, Model 4 P(DCS) = .19389
Methode III: obere Fehlergrenze, P(DCS) = .33698
Methode III: untere Fehlergrenze, P(DCS) = .15775
Methode IV: NEDU Report 12/2004, P(DCS) = .10432
Methode IV: untere Fehlergrenze, P(DCS) = .00634
Methode IV: obere Fehlergrenze, P(DCS) = .99981
Methode V: NEDU Report 03/2009, P(DCS) = .25342
SDEV = .05807 MEAN = .18919

```

Spaßeshalber gibt es noch die Standardabweichung (links: SDEV) sowie den Mittelwert (rechts: MEAN) aus allen fünf „Messungen“ ... Anhand der veröffentlichten Parametervariationen können wir noch die oberen und unteren Fehlergrenzen der P(DCS) gleich mitangeben ...

Obacht: alle P(DCS) Algorithmen benutzen Parameter, die über mehrere 1000 dokumentierte TG-Profile angepaßt wurden. Werden also TG jenseits dieser Datenbasis simuliert, ist auch die dazugehörige P(DCS) ebenso interpretationsfähig! I.d.R. werden die Kalibrierungen mit einfachen Kastenprofilen, ohne Wdh-TG vorgenommen; bei Multilevel-TG sind die P(DCS)-Vorhersagen nicht so erfolgreich. Im Klartext: die Daten des TG sollten nicht außerhalb der Kalibrierungs-TG der Modelle liegen! Die mathematischen Hintergründe, die Formeln sowie alle Parameter hierzu findet ihr im „Deko Manual“ bzw. im „deco workshop“.

### 32 „CLR“ = „CLEAR“, Tabelle der „default“- Werte

```

NZWO = 0.79
OZWEI = 0.21
HELIUM = 0.0
AMV = 25.0
RQ = 1.0
OXCONS = 0.25
PSTART = 1.0
BKORR = 'N'
FIRSTOP = 3.0
LASTSTOP = 3.0
GFFLAG = 'N'
GFHI = 1.0
GFLO = 1.0
AR = 9.0
GFHIA = 1.0
GFLOA = 1.0
HEGFHIA = 1.0
HEGFLOA = 1.0
PGEWEBE = NZWO * PSTART
HEPGEW = HELIUM * PSTART
PGEWSUM = PGEWEBE + HEPGEW
LAMBDA = LOG(2.) / TAU
HELAMBDA = LOG(2.) / HETAU
PUTOL = 0.58
CEILING = 0.0

```

Mit „CLR“ werden alle Variablen in den Anfangszustand versetzt (= default Werte), identisch wie das Beenden und anschließender Neuanfang des Programms.

### 33 Die ASCII Schnittstellen von DIVE

Hier eine kleine Liste der Zusammenfassung aller Befehle, die die ASCII-Schnittstellen bedienen:

- „Z“ „Zeige“ alle TG-Parameter sowie die aktuellen Kompartimentswerte, dies kann abgelegt werden in einem Ascii-File (siehe dazu Anhang B)
  - „F“ erfragt den Filenamen <filename> genau des o.g. Files, danach Option „W“ (lesen) oder „R“ (schreiben). Das File heißt dann so:  
C:\DIVE\PROT\<>filename>.TXT
  - „NC“ bzw.:
  - „HC“ die Koeffizienten-Matrizen  
C:\DIVE\PROT\N2COEFF.TXT  
C:\DIVE\PROT\HECOEFF.TXT
- das Protokoll-File:  
C:\DIVE\PROT\PROTOCOL.TXT

### 34 Ein Tipp für Novizen-Experten und TEC-Diver:

„Fallt nicht der Computer-Narkose zum Opfer!“

Mit den vielen Simulationsmöglichkeiten von „DIVE“ kann durchaus gezeigt werden, wie eine gute Ausbildung (=ein guter Tauchlehrer), etwas Übung und Erfahrung (= viele erfolgreiche Tauchgänge) und gesunder Menschenverstand sowie eine vernünftige Tauchgangsplanung und ein ebenso vernünftiger Tauchpartner einen Haufen „options“ und „features“ von anfälligen High-Tech Tauchcomputern und überteuerten Desktop-Deco-Softwares relativieren kann.

Weiterer Tipp: glaubt nicht blindlings alles, was euch das Display eures Tauchcomputers vorgaukelt oder eine Desktop Deco-Software: jedes dieser Produkte hat irgendeinen Bug! Versucht diese Anzeigen anhand eures gesunden Menschenverstandes und eurer Erfahrung nachzuvollziehen / zu verstehen. Wenn ihr mit Mischgasen taucht, versucht anhand von bewährten Tabellen (U.S. Navy, DCIEM, COMEX etc.) eure Profile zu vergleichen und modifiziert diese ggfs. mit euren persönlichen Erfahrungen und Sicherheitsfaktoren!

### 35 Literatur

- Das Manual zum PADI / SSI „DIVE TABLES & DIVE COMPUTERS“ Specialty, dem Tauchtabellen und Tauchcomputer Spezialkurs des Tauchsportcenters Esslingen
- Dekompression: Manual zum „deco workshop“ des Tauchsportcenters Esslingen
- Theorie der Dekompressionsrechnung und Mischgastheorie, unter:
  - <http://www.divetable.de/theorie.htm>
- Weitere Literatur unter:
  - <http://www.divetable.de/books/index.htm>

## 36 Alphabetischer Index

### A

accelerated Deco 15  
AIR BREAK 17, 21  
AMV 16  
Anfahrtsrampe 20  
ASCII 4, 29, 33  
asymmetrisch 21

### B

Befehle 10  
Bergsee 19

### C

CCR 18  
Ceiling 13  
CNS 19  
COCHRAN 23  
Comment 9

### D

deep stop 16  
default 28  
DOS-Box 3

### E

Entsättigung 18  
Error 20

### F

FILE 34

### G

Gauge 20  
GF HI 24  
GF LO 24  
Gradientenfaktoren 24

### H

Haftungsausschluß 7  
Haldane 24

### I

Installation 7

### J

Jura-TG 3

### K

Koeffizienten Matrix 7, 22  
Korrekturfaktor 18

### L

Literatur 29

### M

Matrix 26  
MEAN 28  
MOD 26  
Multi Level 4

### N

NDL 11  
Nitrox 11  
NOAA II 11  
Nullzeit 12

### O

OS-Umgebung 5  
Out-of-Range 20

### P

P(DCS) 27  
PDIS 16  
PMRC 17, 21  
prebreathing 20  
Protokoll-File 7, 14, 17

### R

Rq 19

### S

Sauerstoff-Korrektur 15, 21  
Sauerstoffverbrauch 26  
SCR 18  
SDEV 28  
SDR 22  
Shunt 21  
Simulation 21

### T

time-to-flight 18  
TTS 3, 17

Verzeichnisstruktur 7  
 VGM 25  
 VO<sub>2</sub> 26  
 VVAL18 22  
 VVAL76 22

Workload 26  
 Workman 22

### 37 Anhang A: Qualitätssicherung für DIVE V 2\_900; Stand: Juni 2010

Vergleich einiger Profile mit Standardwerkzeugen & Tabellen:

Wenn sich nach updates, bug fixes oder Patches gravierende Abweichungen ergeben, können wir nach Programmier-/Schreib-/Denk-/Rechenfehlerchen fahnden ... Die Zahl in eckigen Klammern [ ] ist die Referenznummer aus: <http://www.divetable.de/books/index.htm>

1) Bühlmann / ZH-86, [65], p. 228: Luft 60 m / 21 min:

15 m / 3'  
 12 m / 4'  
 9 m / 6'  
 6 m / 11'  
 3 m / 28'

```
maximale Ceiling: 14.23
Vorschlag Haldane 2:1 [m] = 25
Vorschlag Hills, B. A.: DEEP STOP [m] = 37
PDIS fuer TAU = 10 min: 46.03 [m]
PDIS fuer TAU = 20 min: 31.08 [m]
PDIS fuer TAU = 30 min: 23.14 [m]
Eingabe der Austauschstufe in Metern & cm:(m.cm):
Austauschstufe ist zu hoch:
niedriger wie Ceiling waehlen!
Deko Prognose:
15m Stopp Prognose Dekozeit: 2.00 Komp.#: 2
12m Stopp Prognose Dekozeit: 4.00 Komp.#: 3
9m Stopp Prognose Dekozeit: 7.00 Komp.#: 4
6m Stopp Prognose Dekozeit: 13.00 Komp.#: 6
3m Stopp Prognose Dekozeit: 27.00 Komp.#: 7
TTS = 59.00
```

2) IANTD [46], p. 265: Tmx20/25/55, 51 m / 20 min:

27 m / 1' Back Gas  
 15 m / 1' Back Gas  
 12 m / 3' EAN70  
 9 m / 3' EAN70  
 6 m / 2' EAN70  
 3 m / 15'; EAN70, 21 % CNS

DIVE 2\_90 ohne deep stops, mit Back Gas: 2, 4, 9, 18

Mit accelerated deco („AD“): 1, 3, 3, 6

```

Deko Prognose:
12m Stopp Prognose Dekozeit: 2.00 Komp.#: 3
9m Stopp Prognose Dekozeit: 4.00 Komp.#: 5
6m Stopp Prognose Dekozeit: 9.00 Komp.#: 7
3m Stopp Prognose Dekozeit: 18.00 Komp.#: 7
TTS = 38.00

was jetzt?ad
Accelerated Deko Prognose:
12m Stopp Prognose Dekozeit (EAN 75): 1.00
9m Stopp Prognose Dekozeit (EAN 75): 3.00
6m Stopp Prognose Dekozeit (100 02): 3.00
3m Stopp Prognose Dekozeit (100 02): 6.00
TTS = 18.00
AD Deko Prognose, mit Sauerstoff-Korrekturfaktoren:
12m Stopp Prognose Dekozeit ( 0C ): 2.00
9m Stopp Prognose Dekozeit ( 0C ): 4.00
6m Stopp Prognose Dekozeit ( 0C ): 4.00
3m Stopp Prognose Dekozeit ( 0C ): 8.00
TTS = 23.00

was jetzt?Tmx 20/25/55; TG 51 m / 20 min

```

**GUE DP 2.0.40:**

Back Gas: 4, 7, 17

EAN70: 2, 4, 8

Mit EAN75 & EAN98: 2, 3, 7

Mit deep stops & EAN70 & GF 80 / 60:

Depth Plan (Feet)		Deco Gas				Gas Plan						
Depth	Time	O2	He	PP02	Ceil	Depth	O2	He	O2	He	MOD	Cu Ft
167	20	20	25	1.22	15				20	25	60,00	
88	1	20	25	0.74	15				70	0	10,00	
49	1	20	25	0.50	15							

Dive Plan: ZHL16C Safety: OFF Descent: Immediate													
Depth	Time	O2%	He%	Start	End	PP02	Gas	Gas Req'd	GF%	MVal%	CNS%	OTU's	
51	20	20	25	0	20	1.22	25	3508				10	26.68
27	1	20	25	23	24	0.74	25	185				11	29.72
15	1	20	25	25	26	0.50	25	62				11	30.09
15	1	20	25	26	27	0.50	11	28	60	78		11	30.09
12	2	70	0	27	29	1.54	11	73	68	83		13	33.74
9	3	70	0	30	33	1.33	11	63	72	83		15	38.83
6	5	70	0	33	38	1.12	11	88	76	85		17	45.21
3	10	70	0	38	48	0.91	11	143	80	89		20	53.97
0					48				80	91			

Dive Time: 49 mins	Deco Time: 21 mins	Max Stop Depth: 12	GF Lo%: 60	GF Hi%: 80
--------------------	--------------------	--------------------	------------	------------

Mit deep stops & EAN 70 wie oben: 1, 1, 3, 5, 10

**DIVE mit deep stops, GF:**

```

Deko Prognose:
9m Stopp Prognose Dekozeit: 3.00 Komp.#: 4
6m Stopp Prognose Dekozeit: 4.00 Komp.#: 5
3m Stopp Prognose Dekozeit: 8.00 Komp.#: 7
TTS = 16.00

Deko Prognose mit Gradientenfaktoren: GFHI= .80 GFL0= .60
15m Stopp Prognose Dekozeit: 2.00 GF = .60 Komp.#: 3
12m Stopp Prognose Dekozeit: 3.00 GF = .64 Komp.#: 4
9m Stopp Prognose Dekozeit: 3.00 GF = .68 Komp.#: 5
6m Stopp Prognose Dekozeit: 5.00 GF = .72 Komp.#: 6
3m Stopp Prognose Dekozeit: 10.00 GF = .76 Komp.#: 7
TTS = 24.00

was jetzt?Tmx 20/25/55 51m/20', deep stop 27 & 15 / BackGas, dann EAN70

```

Back Gas & AD mit GF:

```

Deko Prognose:
12m Stopp Prognose Dekozeit: 2.00 Komp. #: 3
9m Stopp Prognose Dekozeit: 4.00 Komp. #: 5
6m Stopp Prognose Dekozeit: 9.00 Komp. #: 6
3m Stopp Prognose Dekozeit: 18.00 Komp. #: 7
TTS = 38.00
Deko Prognose mit Gradientenfaktoren: GFHI= .80 GFLO= .60
18m Stopp Prognose Dekozeit: 2.00 GF = .60 Komp. #: 3
15m Stopp Prognose Dekozeit: 2.00 GF = .63 Komp. #: 4
12m Stopp Prognose Dekozeit: 4.00 GF = .67 Komp. #: 4
9m Stopp Prognose Dekozeit: 7.00 GF = .70 Komp. #: 5
6m Stopp Prognose Dekozeit: 13.00 GF = .73 Komp. #: 7
3m Stopp Prognose Dekozeit: 31.00 GF = .77 Komp. #: 8
TTS = 64.00

was jetzt?ad
Accelerated Deko Prognose:
12m Stopp Prognose Dekozeit (EAN 75): 1.00
9m Stopp Prognose Dekozeit (EAN 75): 3.00
6m Stopp Prognose Dekozeit (100 02): 3.00
3m Stopp Prognose Dekozeit (100 02): 6.00
TTS = 18.00
AD Deko Prognose, mit Sauerstoff-Korrekturfaktoren:
12m Stopp Prognose Dekozeit (OC): 2.00
9m Stopp Prognose Dekozeit (OC): 4.00
6m Stopp Prognose Dekozeit (OC): 4.00
3m Stopp Prognose Dekozeit (OC): 8.00
TTS = 23.00
Accelerated Deco Prognose mit Gradientenfaktoren: GFHI= .80 GFLO= .60
18m Stopp Prognose Dekozeit (EAN 50): 1.00 GF = .60 Komp. #: 3
15m Stopp Prognose Dekozeit (EAN 75): 1.00 GF = .63 Komp. #: 3
12m Stopp Prognose Dekozeit (EAN 75): 3.00 GF = .67 Komp. #: 4
9m Stopp Prognose Dekozeit (EAN 75): 4.00 GF = .70 Komp. #: 5
6m Stopp Prognose Dekozeit (100 02): 4.00 GF = .73 Komp. #: 6
3m Stopp Prognose Dekozeit (100 02): 9.00 GF = .77 Komp. #: 7
TTS = 27.00

```

## 38 Anhang B: die ASCII Input/Output Schnittstelle

Über den Befehl „F“ (wie: filename) werden die gerade berechneten Kompartimentswerte als kleines ASCII File abgelegt (Option = „W“ wie write, schreiben).

Die Kompartiments-Daten aus dem File sehen (z.B. im NOTEPAD) so aus:

```

- - - - -
Luftdruck: 1.000 AMV: 25.0 RQ: 1.000 O2: .200 He: .400 CNS: 10.42 OTU: 26.65 AR: 10.00
VO2: .25
Korrektur: N GFHI= 1.00 GFLO= 1.00 LAST STOP= 3.0 m First Stop = 3.0 m
Tiefe: 42.00 Zeit: 25.0 max. Tiefe= 42.00 ges. Tauchzeit= 25.0
berechnete Kompartimentwerte:
Nr.: 1 2.0062 P N2 2.0223 P He Sum.= 4.0285 Ceil. m= 1.74 Putol: 1.174
Nr.: 2 1.8811 P N2 2.0158 P He Sum.= 3.8969 Ceil. m= 6.51 Putol: 1.651
Nr.: 3 1.7143 P N2 1.9709 P He Sum.= 3.6851 Ceil. m= 8.13 Putol: 1.813
Nr.: 4 1.5394 P N2 1.8528 P He Sum.= 3.3922 Ceil. m= 8.57 Putol: 1.857
Nr.: 5 1.3737 P N2 1.6519 P He Sum.= 3.0256 Ceil. m= 7.87 Putol: 1.787
Nr.: 6 1.2385 P N2 1.4112 P He Sum.= 2.6497 Ceil. m= 6.17 Putol: 1.617
Nr.: 7 1.1267 P N2 1.1528 P He Sum.= 2.2795 Ceil. m= 4.36 Putol: 1.436
Nr.: 8 1.0383 P N2 .9072 P He Sum.= 1.9456 Ceil. m= 2.49 Putol: 1.249
Nr.: 9 .9711 P N2 .6944 P He Sum.= 1.6655 Ceil. m= .73 Putol: 1.073
Nr.: 10 .9279 P N2 .5450 P He Sum.= 1.4729 Ceil. m= .00 Putol: .953
Nr.: 11 .8991 P N2 .4397 P He Sum.= 1.3387 Ceil. m= .00 Putol: .868
Nr.: 12 .8762 P N2 .3530 P He Sum.= 1.2292 Ceil. m= .00 Putol: .802
Nr.: 13 .8581 P N2 .2822 P He Sum.= 1.1403 Ceil. m= .00 Putol: .750
Nr.: 14 .8436 P N2 .2243 P He Sum.= 1.0678 Ceil. m= .00 Putol: .713
Nr.: 15 .8321 P N2 .1779 P He Sum.= 1.0100 Ceil. m= .00 Putol: .681
Nr.: 16 .8232 P N2 .1409 P He Sum.= .9640 Ceil. m= .00 Putol: .663

```

Damit die ganze Mühe nicht umsonst war, kann man dieses File auch wieder einlesen (Option = „R“ wie read, lesen).

Wenn ihr eure eigenen Berechnung oder die Angaben eurer gekauften Desktop-Deco Software etc. in dieses Format zwingt, so könnt ihr auch eure eigenen Daten über „F“ und dann „R“ in DIVE einlesen und dort weiterbenutzen.

Deshalb hier die Beschreibung der Ascii-Schnittstelle an Hand des originalen FORTRAN Codes der Funktion „READ“ innerhalb der Subroutine FILE:

```
C      IF ((ACTION .EQ. "R") .OR. (ACTION .EQ. "r")) THEN
        OPEN (UNIT=10,ACCESS='SEQUENTIAL',FORM='FORMATTED',
+FILE='C:\DIVE\PROT\'\FNAME\'.TXT',
+ERR=009,STATUS='OLD')
        READ(10,199) DUMMY, DUMMY, DUMMY
199  FORMAT (A1,A1,A47)
C
        READ(10,120) DUMMY, DUMMY, PSTART, DUMMY, DUMMY, AMV, DUMMY,
+DUMMY, RQ, DUMMY, DUMMY, OZWEI, DUMMY, DUMMY, HELIUM, DUMMY,
+DUMMY, CNS, DUMMY, DUMMY, OTU, DUMMY, AR, DUMMY, OXCONS
120  FORMAT (A1,A11,F5.3,A1,A5,F4.1,A1,A4,
+F5.3,A1,A4,F4.3,A1,A4,F4.3,A1,A5,F6.2,A1,
+A5,F6.2,A5,F6.2,A6,F4.2)
C
        READ(10,130) DUMMY, DUMMY, BKORR, DUMMY, GFHI, DUMMY, GFLO,
+DUMMY, LASTSTOP, DUMMY, DUMMY, FIRSTOP, DUMMY
130  FORMAT (A1,A11,A1,A7,F6.2,A7,F6.2,
+A12,F4.1,A2,A14,F4.1,A2)
C
        READ(10,150) DUMMY, DUMMY, TIEFE, DUMMY, ZEIT, DUMMY, MAXT,
+DUMMY, GESZ
150  FORMAT (A1,A7,F6.2,A10,F5.1,A13,
+F6.2,A17,F5.1)
C
        READ(10,140) DUMMY, DUMMY
140  FORMAT (A1,A31)
        DO 300 J = 1,16
        READ(10,201) DUMMY, DUMMY, J, PGEWEBE(J), DUMMY, HEPGEW(J),
+DUMMY, DUMMY, PGEWSUM(J), DUMMY, CEILING(J), DUMMY, PUTOL(J)
201  FORMAT (A1,A6,I2,F7.4,A5,F7.4,A5,A7,
+F7.4,A10,F5.2,A8,F6.3)
300  CONTINUE
C
        CLOSE (UNIT=10)
        ENDIF
C
C
C      RETURN
      END
```

Die DUMMYs sind die Blanks / Leerstellen oder auch die entsprechenden Ascii-Klartexte, die ihr überspringen müßt, um den File-Pointer an die richtige Stelle zu setzen, um den korrekten, numerischen Wert einzulesen.

Mit jeder Hochsprache (FORTRAN, C, Pascal, etc.) ist das zu behandeln; andernfalls tut es auch ein Skript in Excel oder eine kleine VBA. Habt ihr dies alles nicht zur Verfügung geht auch die „Methode zu Fuß“:

- eine Schablone über „F“ und dann „W“ erzeugen
- in diese Schablone von Hand (mit einem Editor) die Werte eurer Software eintragen
- darauf achten, daß sowohl die absoluten Feldpositionen als auch die Feldbreiten nicht verändert werden
- diese Schablonen-Datei mit „F“ und dann „R“ wieder einlesen

Wenn eure Desktop-Deco Software z.B. nur 9 oder 12 Kompartimente ausweist, so müßt ihr einfach mit den Werten des letzten Kompartimentes die Schablone (und ggfs. auch die Koeffizientenmatrix) bis zum 16. auffüllen.

**OBACHT:**

bei mehreren „F“ / „W“ Eingaben werden die Kompartimentsdaten einfach sequentiell aneinandergehängt, nämlich so, daß ihr das mit eurer run-time nachverfolgen könnt. Bei „F“ / „R“ wird einfach nur der erste Datensatz des Kompartimentsfiles gelesen!

Beispiel für eine aufgefüllte Koeffizientenmatrix anhand USN, VVAL76-1, welches nur 12 Kompartimente besitzt:

```

was jetzt?nc
Eingabe der N2-Koeffizienten Matrix:
1 = Buehlmann, 2 = Hahn, 3 = File, 4 = U.S. Navy 1965,
5 = USN: VVAL18, 6 = USN: VVAL76-1
6
Option: 6 gesetzt!
1 5.00 2.2442 .9756 .1386
2 10.00 1.6314 .9756 .0693
3 20.00 1.1289 .9756 .0347
4 35.00 .7888 .9756 .0198
5 40.00 .6908 .9756 .0173
6 45.00 .6785 .9756 .0154
7 80.00 .4610 .9756 .0087
8 120.00 .3690 .9756 .0058
9 160.00 .3384 .9756 .0043
10 200.00 .3231 .9756 .0035
11 240.00 .3078 .9756 .0029
12 255.00 .2128 .9756 .0027
13 255.00 .2128 .9756 .0027
14 255.00 .2128 .9756 .0027
15 255.00 .2128 .9756 .0027
16 255.00 .2128 .9756 .0027

```

Beispiel für die dazugehörige aufgefüllte Kompartiments-Schablone:

```

-----
Luftdruck: 1.000 AMV: 25.0 RQ: 1.000 O2: .210 He: .000 CNS: 11.90 OTU: 30.45 AR: 10.00 VO2: .25
Korrektur: N GFHI= 1.00 GFLO= 1.00 LAST STOP= 3.0 m First Stop = 3.0 m
Tiefe: 44.00 Zeit: 25.0 max. Tiefe= 44.00 ges. Tauchzeit= 25.0
berechnete Kompartimentwerte:
Nr.: 1 4.0441 P N2 .0000 P He Sum.= 4.0441 Ceil. m= 7.56 Putol: 1.756
Nr.: 2 3.5553 P N2 .0000 P He Sum.= 3.5553 Ceil. m= 8.77 Putol: 1.877
Nr.: 3 2.7368 P N2 .0000 P He Sum.= 2.7368 Ceil. m= 5.69 Putol: 1.569
Nr.: 4 2.1017 P N2 .0000 P He Sum.= 2.1017 Ceil. m= 2.81 Putol: 1.281
Nr.: 5 1.9710 P N2 .0000 P He Sum.= 1.9710 Ceil. m= 2.49 Putol: 1.249
Nr.: 6 1.8636 P N2 .0000 P He Sum.= 1.8636 Ceil. m= 1.56 Putol: 1.156
Nr.: 7 1.4442 P N2 .0000 P He Sum.= 1.4442 Ceil. m= .00 Putol: .959
Nr.: 8 1.2417 P N2 .0000 P He Sum.= 1.2417 Ceil. m= .00 Putol: .851
Nr.: 9 1.1348 P N2 .0000 P He Sum.= 1.1348 Ceil. m= .00 Putol: .777
Nr.: 10 1.0688 P N2 .0000 P He Sum.= 1.0688 Ceil. m= .00 Putol: .727
Nr.: 11 1.0240 P N2 .0000 P He Sum.= 1.0240 Ceil. m= .00 Putol: .699
Nr.: 12 1.0107 P N2 .0000 P He Sum.= 1.0107 Ceil. m= .00 Putol: .778
Nr.: 13 1.0107 P N2 .0000 P He Sum.= 1.0107 Ceil. m= .00 Putol: .778
Nr.: 14 1.0107 P N2 .0000 P He Sum.= 1.0107 Ceil. m= .00 Putol: .778
Nr.: 15 1.0107 P N2 .0000 P He Sum.= 1.0107 Ceil. m= .00 Putol: .778
Nr.: 16 1.0107 P N2 .0000 P He Sum.= 1.0107 Ceil. m= .00 Putol: .778

```