

Vergleich der Pressluft-Tabellen ZH-86 und DGUV Vorschrift 40 mit DCIEM und DIVE Version 3_09 anhand exemplarischer Box-Profile

DOI: 10.13140/RG.2.2.28277.40169

Zusammenfassung:

DGUV folgt präzise ZH-86 innerhalb der „schützenden Einhüllenden“ (< 30 m, < 30 min).
Marginale Abweichungen +/- 1 min zu ZH-86 bzw. DIVE Version 3_09 rühren u.a. von den unterschiedlichen Aufstiegsgeschwindigkeiten her. *Außerhalb* dieser Bereiche führt die im anglo-amerikanischen Sprachraum als „executive editing“ bekannte Methode i.d.R zu negativen Abweichungen, d.h. zu verkürzten Stopp-Zeiten auf Grund einer modulo 5 Struktur.

Vergleich der Pressluft-Tabellen
ZH-86 und DGUV Vorschrift 40
mit DCIEM und
DIVE Version 3_09
anhand exemplarischer
Box-Profile

Methode:

Vergleich der Box- (Kastenprofile) der Tabellen in den Dimensionen:
Stopp-Zeiten pro Stopp und TTS
(TTS = time-to-surface, i.e.: Summe aller Stopp-Zeiten +
Maximale Tiefe / Aufstiegsgeschwindigkeit)

Diskussion:

SUB
MARINE
CONSULTING

Vergleich der Pressluft-Tabellen
ZH-86 und DGUV Vorschrift 40
mit DCIEM und
DIVE Version 3_09
anhand exemplarischer
Box-Profile

Innerhalb der „schützenden Einhüllenden“ (Tauchtiefe < 30 m, Tauchzeiten < 30 min.) folgt die DGUV Vorschrift 40 präzise dem „Original“ ZH-86. Abweichungen rühren von unterschiedlichen Aufstiegsgeschwindigkeiten (ca. 12 (DGUV) vs. ca. 10 (ZH-86) m/min) her sowie der ganz leicht unterschiedlichen Berücksichtigung des Luftdrucks beim Start des Tauchgangs (DGUV: 1 Bar).

Zum Vergleich und als Kontroll-Beleg dienen die Bildschirmkopien von DIVE Version 3_09. Die Abweichungen von ca. + 1 min in den jeweils tiefsten Stopps zur ZH-86 sind hier über die leicht unterschiedlichen Koeffizientensätze (ZH-L 16B für die Tabelle vs. ZH-L 16C für Tauchcomputer bzw. Desktop-Software) bedingt sowie die spezifische Dichte von Wasser zur Berechnung des hydrostatischen Druckes (ZH-86 benutzt den „non standard“ Wert von 1,02 kg/L.) Zur leichteren Vergleichbarkeit kann DIVE den Bühlmann'schen Sicherheitsfaktor (+ 3 % Tauchtiefe, + 1 m) an- oder abschalten.

Diskussion:

Vergleich der Pressluft-Tabellen
ZH-86 und DGUV Vorschrift 40
mit DCIEM und
DIVE Version 3_09
anhand exemplarischer
Box-Profile

Wird die schützende Einhüllende verlassen,
zeigen sich stellenweise negative Abweichungen
zur ZH-86:
die Stopp-Zeiten / TTS sind verkürzt.

Die im anglo-amerikanischen Sprachgebrauch als „*executive editing*“
bezeichnete Methode der Veränderung von algorithmisch berechneten Stopp-
Zeiten und Anpassung aus ästhetischen oder organisatorischen
Gesichtspunkten entbehrt jeglicher physiologischer Grundlage.

Es resultiert hier in modulo 5 Stopp-Zeiten (im Beispiel auf Folie 8 gelb
markiert) i.e.: $n * 5 \text{ min}$ für die flachsten Stopps
und führt zu den unten skizzierten Abweichungen.

Ergebnis:

Auf Grund der stellenweise verkürzten Stopp-Zeiten gegenüber ZH-86 wird die Verwendung der DGUV nur innerhalb der „schützenden Einhüllenden“ empfohlen.

Für Tauchgänge > 30 m, > 30 min sollte nur die originale ZH-86 resp. die DCIEM Tabellen verwendet werden!

Die Übereinstimmung der mit DIVE V 3_09 berechneten Stopp Zeiten mit der veröffentlichten Tabelle ZH-86 ist maximal. Die oben erwähnten Abweichungen spielen beim praktischen Tauchen keinerlei Rolle: die hierbei benutzen Meßgeräte (Tauchcomputer, O₂-Analysatoren) sind wesentlich ungenauer.

Tauchgänge, deren Parameter außerhalb der ZH-86 liegen, können mit der aktuellen DIVE Version 3_09 einfach und präzise simuliert werden.

Verwendete Tabellenwerke:

Details zu den Quellen: nächste Folie

→ **ZH-86: Luftdekompressionstabelle**
(Zürich 1986) 0 – 700 m ü. NN
(mit Koeffizienten nach ZH-L 16 B von
Albert Alois Bühlmann et al.

→ **Unfallverhütungsvorschrift Taucherarbeiten**
DGUV Vorschrift 40
(bisher BGV C23 vom 1.10.1979) mit der
Durchführungsanweisung vom Januar 2012
Tabelle 2: Drucklufttabelle

→ **Defence and Civil Institute of Environmental Medicine,**
Ontario, Canada;
DCIEM Diving Manual: Air Decompression Procedures and Tables
March 1992, DCIEM No. 86-R-35

Vergleich der Pressluft-Tabellen
ZH-86 und DGUV Vorschrift 40
mit DCIEM und
DIVE Version 3_09
anhand exemplarischer
Box-Profile

A. A. Bühlmann
E. B. Völlm · P. Nussberger

Tauchmedizin

Barotrauma
Gasembolie · Dekompression
Dekompressionskrankheit
Dekompressionscomputer

5. Auflage



Springer

**[65], Tabelle 32
auf S. 225 - 228**

Unfallverhütungsvorschrift Taucherarbeiten DGUV Vorschrift 40

(bisher BGV C23)

SUB
MARINE
CONSULTING

Vergleich der Pressluft-Tabellen
ZH-86 und DGUV Vorschrift 40
mit DCIEM und
DIVE Version 3_09
anhand exemplarischer
Box-Profile

Tauchzeit (min)	Aufstieg bis zur ersten Austauch- stufe (min:sec)	Haltezeiten während des Austauschs auf den Austauschstufen (min)						Gesamtzeit der Dekom- pression (min:sec)
		18 m	15 m	12 m	9 m	6 m	3 m	
Tauchtiefe 42 m								
7	3:30	–	–	–	–	–	–	3:30
10	3:15	–	–	–	–	–	3	6:15
15	3:00	–	–	–	–	3	5	11:00
20	3:00	–	–	–	–	3	12	18:00
25	2:45	–	–	–	3	7	17	29:45
30	2:45	–	–	–	5	10	25	42:45
35	2:30	–	–	3	7	15	30	57:30
40	2:30	–	–	3	10	20	35	70:30
45	2:30	–	–	5	12	25	40	84:30
50	2:30	–	–	5	15	25	45	92:30
60	2:15	–	3	10	17	30	60	122:15
70	2:15	–	5	12	25	40	75	159:15

Vergleich der Pressluft-Tabellen
ZH-86 und DGUV Vorschrift 40
mit DCIEM und
DIVE Version 3_09
anhand exemplarischer
Box-Profile



[28], Table 1
auf S. 1B - 5 → 1B - 18

15 m / 240 min

ZH-86 / TTS = 72
2 / 69

DIVE / TTS = 73
3 / 69

DGUV / TTS = 61
60

DCIEM / TTS = 70

```

Deko Prognose:
6m Stopp Prognose Dekozeit:      3.0  Komp.#:  8
3m Stopp Prognose Dekozeit:      69.0  Komp.#: 10
TTS =      73.0

```

21 m / 70 min

ZH-86 / TTS = 26
24

DIVE / TTS = 26
24

```
Deko Prognose:  
3m Stopp Prognose Dekozeit:    24.0    Komp.#:    7  
TTS =        26.0
```

DGUV / TTS = 21,5
20

DCIEM / TTS = 20

21 m / 120 min

ZH-86 / TTS = 63
17 / 44

DIVE / TTS = 64
17 / 45

DGUV / TTS = 61,25
15 / 45

DCIEM / TTS = 61
7 / 54

```
niedriger wie Ceiling waehlen!  
Deko Prognose:  
6m Stopp Prognose Dekozeit:    17.0  Komp.#:  7  
3m Stopp Prognose Dekozeit:    45.0  Komp.#:  8  
TTS =      64.0
```

21 m / 180 min

ZH-86 / TTS = 130

4 / 37 / 88

DIVE / TTS = 130

5 / 39 / 85

DGUV / TTS = 121

5 / 40 / 75

DCIEM / TTS = 130

29 / 101

```
Deko Prognose:
9m Stopp Prognose Dekozeit:      5.0  Komp.#:  7
6m Stopp Prognose Dekozeit:     39.0  Komp.#:  8
3m Stopp Prognose Dekozeit:     85.0  Komp.#: 10
TTS =      130.0
```

30 m / 40 min

ZH-86 / TTS = 24
5 / 17

DIVE / TTS = 24
5 / 17

```
Deko Prognose:
6m Stopp Prognose Dekozeit:      5.0  Komp.#:  4
3m Stopp Prognose Dekozeit:      17.0  Komp.#:  6
TTS =      24.0
```

DGUV / TTS = 24
5 / 17

DCIEM / TTS = 25
9 / 16

30 m / 50 min

ZH-86 / TTS = 41

1 / 10 / 28

DIVE / TTS = 42

2 / 11 / 27

DGUV / TTS = 37

10 / 25

DCIEM / TTS = 41

4 / 8 / 29

```
Deko Prognose:
9m Stopp Prognose Dekozeit:      2.0  Komp. #:  4
6m Stopp Prognose Dekozeit:     11.0  Komp. #:  6
3m Stopp Prognose Dekozeit:     27.0  Komp. #:  7
TTS =      42.0
```

30 m / 90 min

ZH-86 / TTS = 102
16 / 28 / 56

DIVE / TTS = 103
2 / 16 / 28 / 56

DGUV / TTS = 106,5
3 / 12 / 30 / 60

DCIEM / TTS = 109
2 / 8 / 24 / 75

niedriger wie ceiling wachen.

Deko Prognose:

12m Stopp Prognose Dekozeit:	1.0	Komp.#:	5
9m Stopp Prognose Dekozeit:	16.0	Komp.#:	6
6m Stopp Prognose Dekozeit:	28.0	Komp.#:	7
3m Stopp Prognose Dekozeit:	56.0	Komp.#:	9
TTS =	103.0		

42 m / 30 min

ZH-86 / TTS = 42
2 / 4 / 9 / 24

DIVE / TTS = 43
1 / 5 / 10 / 23

DGUV / TTS = 42,75
5 / 10 / 25

DCIEM / TTS = 46
4 / 6 / 8 / 28

```
Deko Prognose:
12m Stopp Prognose Dekozeit:      1.0  Komp. #:  3
 9m Stopp Prognose Dekozeit:      5.0  Komp. #:  4
 6m Stopp Prognose Dekozeit:     10.0  Komp. #:  5
 3m Stopp Prognose Dekozeit:     23.0  Komp. #:  7
TTS =      43.0
```

42 m / 35 min

(ZH-86: n.a.; 36 min
3 / 7 / 13 / 28; TTS = 54)

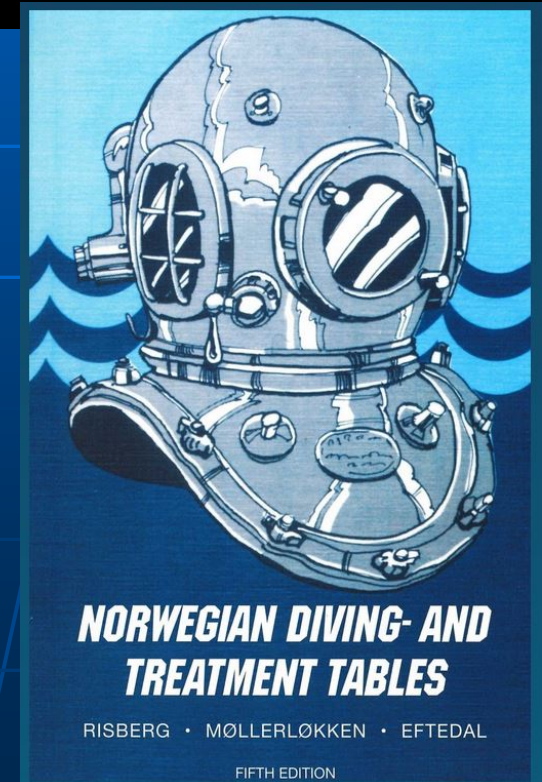
DIVE / TTS = 57
3 / 6 / 15 / 29

DGUV / TTS = 57,5
3 / 7 / 15 / 30

DCIEM / TTS = 58
5 / 7 / 9 / 37

NDTT 5.th edition, page 47 / TTS = 65
5 / 10 / 15 / 35

12m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	3.0	Komp.#:	3
9m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	6.0	Komp.#:	4
6m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	15.0	Komp.#:	6
3m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	29.0	Komp.#:	7
TTS =				57.0		



42 m / 70 min

ZH-86 / TTS: n.a.

-

DIVE / TTS = 173

1 / 8 / 15 / 24 / 40 / 80

DGUV / TTS = 159,25

5 / 12 / 25 / 40 / 75

DCIEM / TTS = 182

7 / 7 / 14 / 49 / 114

NDTT: n.a.

```
Deko Prognose:
18m Stopp Prognose Dekozeit:      1.0  Komp. #:  4
15m Stopp Prognose Dekozeit:      8.0  Komp. #:  5
12m Stopp Prognose Dekozeit:     15.0  Komp. #:  6
 9m Stopp Prognose Dekozeit:     24.0  Komp. #:  7
 6m Stopp Prognose Dekozeit:     40.0  Komp. #:  8
 3m Stopp Prognose Dekozeit:     80.0  Komp. #: 10
TTS =      173.0
```

48 m / 15 min

ZH-86 / TTS = 14
4 / 6

DIVE / TTS = 15
1 / 3 / 7

DGUV / TTS = 13,5
3 / 7

DCIEM / TTS = 20
4 / 6 / 10

```
Deko Prognose:
9m Stopp Prognose Dekozeit:      1.0  Komp.#:  2
6m Stopp Prognose Dekozeit:      3.0  Komp.#:  3
3m Stopp Prognose Dekozeit:      7.0  Komp.#:  4
TTS =      15.0
```


48 m / 30 min

ZH-86 / TTS = 57

5 / 6 / 13 / 30

DIVE / TTS = 58

1 / 4 / 7 / 14 / 28

DGUV / TTS = 58

3 / 7 / 15 / 30

DCIEM / TTS = 64

3 / 5 / 7 / 9 / 40

15m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	1.0	Komp. #:	3
12m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	4.0	Komp. #:	4
9m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	7.0	Komp. #:	4
6m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	14.0	Komp. #:	6
3m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	28.0	Komp. #:	7
TTS =			58.0			

48 m / 60 min

ZH-86: n.a.

DIVE / TTS = 177

5 / 8 / 16 / 24 / 40 / 79

DGUV / TTS = 167,5

3 / 7 / 15 / 25 / 45 / 75

DCIEM / TTS = 201

6 / 5 / 8 / 17 / 43 / 122

```
Deko Prognose:
18m Stopp Prognose Dekozeit:      5.0  Komp. #:  4
15m Stopp Prognose Dekozeit:      8.0  Komp. #:  5
12m Stopp Prognose Dekozeit:     16.0  Komp. #:  6
 9m Stopp Prognose Dekozeit:     24.0  Komp. #:  7
 6m Stopp Prognose Dekozeit:     40.0  Komp. #:  8
 3m Stopp Prognose Dekozeit:     79.0  Komp. #: 10
TTS =      177.0
```

60 m / 35 min

ZH-86: n.a.

DIVE / TTS = 128

2 / 4 / 6 / 10 / 18 / 28 / 54

DGUV / TTS = 121,5

3 / 5 / 10 / 15 / 30 / 55

DCIEM / TTS = 146

5 / 4 / 5 / 6 / 10 / 32 / 84

Deko Prognose:

21m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	2.0	Komp. #:	3
18m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	4.0	Komp. #:	4
15m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	6.0	Komp. #:	4
12m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	10.0	Komp. #:	5
9m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	18.0	Komp. #:	6
6m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	28.0	Komp. #:	7
3m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	54.0	Komp. #:	9
TTS =			128.0			

Bonus Material:

SUB
MARINE
CONSULTING

Vergleich der Pressluft-Tabellen
ZH-86 und DGUV Vorschrift 40
mit DCIEM und
DIVE Version 3_09
anhand exemplarischer
Box-Profile

Quelle für DIVE Version 3_09

Zum kostenlosen download:

→ DIVE V 3_09 (https://www.divetable.info/DIVE_V3/index.htm)

und das

→ Manual

https://www.divetable.info/DIVE_V3/DOXV3_0.pdf

„Fine-tuning“ von DIVE:

SUB
MARINE
CONSULTING

via den Kommandos / Mnemonics:

- Aufstiegs-Rate („AR“)
- Luftdruck beim Start („L“)
- Respiratorischer Koeffizient („R“)
- Wassertemperatur („te“)
- Wasserdichte („di“)

Deko Prognose:				
21m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	2.0 Komp. #: 3
18m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	4.0 Komp. #: 4
15m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	6.0 Komp. #: 4
12m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	10.0 Komp. #: 5
9m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	18.0 Komp. #: 6
6m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	28.0 Komp. #: 7
3m	Stopp	Prognose	Dekozeit:	54.0 Komp. #: 9
TTS =			128.0	

mit

„a“

wird die komplette Deko-Prognose für jede Stopp-Tiefe, das hierfür verantwortliche Kompartiment sowie die aufgerundete TTS berechnet.

Die aktuelle DIVE Version zum Beta Test ist hier zu finden:
<https://www.divetable.info/beta/index.htm>

inkl. Informationen über Produktionsdatum, Größe in Bytes, neue Leistungsmerkmale und Prüfsummen für den download.

**Vergleich der Pressluft-Tabellen
ZH-86 und DGUV Vorschrift 40
mit DCIEM und
DIVE Version 3_09
anhand exemplarischer
Box-Profile**



**ALBI @ Crete:
Yippie yaa yeah,
let's search
the next
200 kg bomb ...**