

## Gliederung Forschungstaucherausbildung an der Uni Rostock

(Stand: 31.12.2022)

### Tauchgeschichte

Dr. Gerd Niedzwiedz

1. **Warum taucht der Mensch seit über 6000 Jahren?**
2. **Systematisierung des Tauchens bzgl. verwendeter Techniken und Verfahren**
  - 2.1. Apnoetauchen
  - 2.2. von der Taucherglocke zum schlauchversorgten Tauchen
  - 2.3. historische Tauchgeräte auf dem Weg zum Scuba-Tauchen
  - 2.4. Mobilität beim Tauchen
3. **Einiges zur Entwicklung der Tauchfahrzeuge**
4. **technische Erfindungen, naturwissenschaftliche Entdeckungen, medizinische Erkenntnisse mit Relevanz für das Tauchen**
5. **Kleiner Rück- und Einblick in das Wissenschafts- bzw. Forschungstauchen am Standort Rostock**
  - 5.1. Tauchausbildung seit 1961
  - 5.2. Tauchprojekte
  - 5.3. Kooperationen

### Gesetzeskunde

Dr. Nils Jönsson

#### 1. Sicherheitsgesetzgebung

3 Hauptaufgaben:

- Gefahrenabwehr und Unfallverhütung (Prävention)
- Schaden und Haftung (Unfallversicherung)
- Mögliche oder notwendige Sanktionen (Rechtsfolgen)

#### 2. Rahmengesetzgebung

- EU - Recht
- Deutsches Verfassungsrecht (Grundgesetz) mit Untersetzungen:
  - Staatlicher Bereich (z.B. Arbeitsschutzgesetz, Betriebs-sicherheitsverordnung)
  - Bereich der Selbstverwaltung (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung DEGUUV; z.B. als Unfall - Verhütungs - Vorschriften - UVV)
  - Privater Bereich (z.B. DIN-Vorschriften)

#### 3. Zuständigkeiten

- Berufsgenossenschaften (BG)
- Unfallkassen und Gemeindeunfallversicherungsverband (GUV)

#### 4. Übergreifende Vorschriften (bisherige BGV und/oder GUV-V jetzt DGUV Vorschriften)

auf der Basis der staatlichen Rahmengesetzgebung

- DEGUUV Vorschrift 1 (bisher BGV A1/ GUV-VA1) „Grundsätze der Prävention“
- ArbMedVV „Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge“

## **5. Deutsche Tauchvorschriften**

- DEGU V Vorschrift 40: (bisher BGV C23) „Taucherarbeiten“ (Berufstaucherei)
- DEGU V Regel 101 - 023 (bisher BGR/GUV – R 2112: „Einsatz von Forschungstauchern“)
- weitere tauchrelevante Bestimmungen z.B. in Form von DEGU V Regeln, - Informationen oder - Grundsätzen.
- DNV – GL “Leitfaden Taucherarbeiten Offshore”

## **6. Spezielle Vorschriften**

- Gefahrgutverordnung „Straße“ (GGVS)
- Europa-Normen (DIN EN) für Tauchgeräte und Hilfseinrichtungen

## **7. Planung und Durchführung eines Taucheinsatzes im Flachwasser**

## **1. Einleitung**

## **2. Symbole, Maßeinheiten, erste physikalische tauchrelevante Begriffe**

## **3. Hydro- / Aerostatik**

### 3.1 Druck

### 3.2 Statischer Auftrieb, spezifisches Gewicht, Archimedisches Prinzip

## **4. Gas- und Fluiddynamik**

### 4.1 Eigenschaften des Wassers

### 4.2 Eigenschaften fürs Tauchen wichtiger Gase

#### 4.2.1 Sauerstoff O<sub>2</sub>

#### 4.2.2 Stickstoff N<sub>2</sub>

#### 4.2.3 Kohlenstoffdioxid CO<sub>2</sub>

#### 4.2.4 Argon Ar

#### 4.2.5 Kohlenstoffmonoxid CO

#### 4.2.6 Helium He / Wasserstoff H<sub>2</sub>

#### 4.2.7 Wasserdampf

#### 4.2.8 Mischgas NITROX

#### 4.2.9 Mischgas TRIMIX

## **5. Einiges zur Physik strömender Medien**

### 5.1 Strömungswiderstand FW

### 5.2 Kontinuität von Strömungen

### 5.3 Energieerhaltung - Bernoulligesetz

## **6. Tauchrelevante Gasgesetze**

### 6.1 Ideale Gase

### 6.2. Partialdruck

6.3. Diffusion und Löslichkeit

6.4 Spezielle Eigenschaften realer Gase

## **7. Tauchgangsplanungen und Simulationen als Anwendung der bisher bekannten Tauchphysik**

7.1 Luftmengenberechnung

7.2. Tauchzeitberechnung

7.3. Tauchgangsplanungen

7.3.1 Tauchgangsplanung ohne Dekompressionspflicht

7.3.2 Tauchgangsplanung mit Dekompressionspflicht

7.3.3 Wiederholungstauchgang

7.3.4 Tauchgangsdurchführung und Dokumentation

7.3.5 Tauchcomputer oder Tauchtabelle?

7.4. Tauchen mit Mischgas(en)

7.4.1 Physiologische Partialdruckgrenzen von Atemgasbestandteilen

7.4.2 Sauerstoff - eine Frage der Dosierung

7.4.3 Nitrox als Mischgas

7.4.3 Trimix als Atemgas für große Tiefen

7.5. Volle Flasche - leere Flasche - was ist drin bzw. wie kommt es rein?

7.5.1 Druckausgleich beim Füllen von Tauchflaschen aus Speicherflaschen

7.5.2 Mischgasherstellung

7.6. Bergseetauchen

7.6.1 Bergseetauchen mit Luft

7.6.2 Bergseetauchen mit Nitrox

7.7. Tauchgangssimulation(en)

7.7.1 Kurzbeschreibung von Deko\_GeNie

7.7.2 Beispieltauchgänge berechnet mit Deko\_GeNie

7.8. Anwendung von Leinen: Eigenschaften, Mechanik und Hydrodynamik

## **8. Optische und akustische Effekte beim Tauchen**

## **9. Wärme / Kälte**

## Tauchtechnik für Forschungstaucher

Andreas Frahm

### **Teil 1: Druckluftflaschen: die Speicherung der Atemluft**

- 1.1. Geschichte der Druckluftflasche
- 1.2. Voraussetzung für die Fertigung
- 1.3. Fertigung von Druckluftflaschen
  - 1.3.1. Herstellung aus Ronden
  - 1.3.2. Herstellung aus Rohren
  - 1.3.3. Herstellung aus Stahlabschnitten
- 1.4. Prüfung in der Fertigung
- 1.5. Oberflächenbehandlung und Stempelung
- 1.6. Standfüße
- 1.7. Glas- und kohlefaserverstärkte Flaschen (Composite)
- 1.8. Der Betrieb
- 1.9. Flascheneinschraubgewinde
- 1.10. Flascheninhalt
- 1.11. Wiederkehrende Prüfung
  - 1.11.1. Prüfung nach Betriebssicherheitsverordnung
- 1.12. Stahl- oder Aluminiumflasche
- 1.13. Feuchtigkeit in der Flasche
- 1.14. Trocknung und Reinigung von Tauchflaschen
- 1.15. Transport
- 1.16. Lagerung

### **Teil 2: Flaschenventile**

- 2.1. Herstellung von Ventilen
- 2.2. Aufbau der Ventile

- 2.3. Wasserschutzrohr und Sinterfilter
- 2.4. Anzugsmomente bei der Ventilmontage
- 2.5. Ausgangsstutzen (DIN EN 144-2), Blindschrauben
- 2.6. Sicherheit
- 2.7. Öffnung des Ventils
- 2.8. Luftlieferleistung
- 2.9. Ventile mit einzeln absperrbaren Doppelanschlüssen
- 2.10. Ventile mit Restdrucksperrung
- 2.11. Brücken
- 2.12. Reservewarnerinrichtungen
- 2.13. Widerstandswarnung mit Reserveschaltung
  - 2.13.1. Reserveschaltung ohne Außendruckreferenz
  - 2.13.2. Reserveschaltung mit Außendruckreferenz
  - 2.13.3. Zweiwegeschaltung
  - 2.13.4. Automatikreserve
- 2.14. Restdruckwarnung System Apeks
- 2.15. Beispiel Fotos

### **Teil 3: Atemregler**

- 3.1. Einleitung
- 3.2. Atemreglerfunktion
- 3.3. Der Einschlauchregler
- 3.4. Der Zweischlauchatemregler
- 3.5. Der einstufige Lungenautomat
- 3.6. Der zweistufige Lungenautomat
- 3.7. Der zweistufige Einschlauchatemregler
- 3.8. Die erste Stufe: Der Druckminderer und seine Aufgabe
- 3.9. Membran gesteuerter, nicht kompensierter Druckminderer
- 3.10. Kolbengesteuerter, nicht kompensierter Druckminderer
- 3.11. Ventilarten
  - 3.11.1. Downstream
  - 3.11.2. Upstream
  - 3.11.3. Kompensierte Ventildichtung, die druckunabhängig arbeitet

- 3.12. Kolbengesteuerter, kompensierter Druckminderer
- 3.13. Membran gesteuerter, kompensierter Druckminderer
- 3.14. Kompensation mit gefedertem Ventilsitz
- 3.15. Gekapselte Druckminderer
- 3.16. CBS – System Sherwood
- 3.17. Schlauchanschlüsse an Druckminderer
  - 3.17.1. Hochdruck (HD)
  - 3.17.2. Mitteldruck (MD, LP, R, DFC)
- 3.18. Mittel und Hochdruckschläuche
- 3.19. Die zweite Stufe, der Lungenautomat
  - 3.19.1. Injektoranwendung in der zweiten Stufe von Atemregler
  - 3.19.2. Injektorsystem Mares
  - 3.19.3. Injektorsystem Atomic (Automatic Flow Control)
- 3.20. Kompensierte zweite Stufen bei Atemreglern
- 3.21. Regler mit Steuerventil: „Pilotgesteuerte“ Lungenautomaten
- 3.22. Überdrucklungenautomaten
- 3.23. Bauteile der zweiten Stufe
- 3.24. Vereisung von Atemreglern
  - 3.24.1. Die äußere Vereisung
  - 3.24.2. Die innere Vereisung
  - 3.24.3. Vereisung der zweiten Stufe
  - 3.24.4. Maßnahmen zum Schutz vor Vereisung
- 3.25. Die Druckluft (Qualität)
- 3.26. Kupplungen an Mitteldruckschläuchen / Füllventil einer Weste
- 3.27. Atemregler für Nitrox
- 3.28. Prüfung, Fehler, Fehlererkennung
  - 3.28.1. Prüfung der Tauchausrüstung vor dem Einsatz
  - 3.28.2. Nach dem Tauchgang
- 3.29. Wartung und Service

#### **Teil 4: Der Kompressor**

- 4.0. Geschichte der Kompressoren
- 4.1. Einleitung und Gefahrenhinweis

- 4.2. Aufbau
  - 4.2.1. Der Antrieb
  - 4.2.2. Ansaugung
  - 4.2.3. Kompression
  - 4.2.4. Filtern
  - 4.2.5. Füllen
  - 4.2.6. Transport
- 4.3. Einteilung der Kompressoren
  - 4.3.1. Verdichtung durch Schraubenkompressoren
  - 4.3.2. Verdichtung durch Stufenkolben
  - 4.3.3. Verdichtung durch Kolben
  - 4.3.4. Verdichtung durch Membranen
- 4.4. Theorie der Verdichtung
- 4.5. Gesamtfunktion am Beispiel eines dreistufigen Kompressors der Fa. Bauer
- 4.6. Detailfunktionen
- 4.7. Saug und Druckventil
  - 4.7.1. Sicherheitsventil
  - 4.7.2. Enddruck- Sicherheitsventil
  - 4.7.3. Druckhalteventil
  - 4.7.4. Füllventil (Füllarmatur)
- 4.8. Schmierung / Öle
- 4.9. Kühlung
- 4.10. Aufbereitung: Von der Druckluft zur Atemluft / Ansaugfilter
- 4.11. Kondensatentstehung und Trennung
  - 4.11.1. Mechanische Trennung
  - 4.11.2. Trocknung und Reinigung
- 4.12. Filteraufbau
  - 4.12.1. Filterstandzeit
  - 4.12.2. Standzeitüberwachung
  - 4.12.3. Regenerationstrockner

- 4.13. Genaue Luftanalyse
- 4.14. Aufbau von Füllanlagen
- 4.15. Kompressorsteuerung
- 4.16. Kompressorauswahl
- 4.17. Speicherflaschen
- 4.18. Aufstellen des Kompressors
  - 4.18.1. Aufstellen im Freien
  - 4.18.2. Aufstellen in geschlossenen Räumen
- 4.19. Betrieb von Füllanlagen
- 4.20. Transport
  - 4.20.1. Startvorbereitung
  - 4.20.2. Start
  - 4.20.3. Füllen
- 4.21. Füllen durch Überströmen

#### **Teil 5: Zubehör**

- 5.1. Neopren Material für nass und Trockenanzüge
- 5.2. Neoprenanzüge: Nass oder Trockenanzug
- 5.3. Blei
- 5.4. Rettungswesten- Tarierwesten
- 5.5. Spanngurtfädung
- 5.6. Ventile an Trockenanzüge
- 5.7. Aufbau eines Druckmanometer – Finimeter
- 5.8. Tauchcomputer

## **Taucherphysiologie und Tauchermedizin**

Dr. Steffi Kreuzfeld / Dr. Eberhard. Peter

### **1. Physiologische Grundlagen (S. Kreuzfeld)**

#### 1.1 Aufenthalt im Wasser

Immersionseffekte, Submersion  
Dehydratation  
Thermoregulation, Störungen der Thermoregulation

#### 1.2 Sinnesorgane

Sehorgan  
Ohr und Gleichgewichtsorgan  
Barofunktion  
Taucherohr / Schwimmerohr

#### 1.3 Funktionelle Anatomie des Atmungssystems, Wirkung des erhöhten

Umgebungsdruckes auf die Atmung  
Atemwege  
Atemsteuerung  
Atemgrenzwerte  
Gasaustausch

#### 1.4 Funktionelle Anatomie des Kreislaufsystems, Wirkung des erhöhten

Umgebungsdruckes auf den Kreislauf  
Großer und kleiner Kreislauf  
Foramen ovale/ PFO  
Tauchen mit PFO  
Lymphgefäßsystem  
Blut

#### 1.5 Saturation und Desaturation mit Inertgasen

Intrapulmonaler Shunt  
Nitrox bei Forschungstauchereinsätzen

#### 1.6 Wirkung überkritischer Partialdrücke von Atemgasbestandteilen

Tiefenrausch / Inertgasnarkose

### **2. Arbeit unter Hyperbariebedingungen (E. Peter)**

Leistungsfähigkeit unter Hyperbariebedingungen  
Geschlechtsspezifische Besonderheiten bei Frauen  
Arbeitsschwere bei Forschungstaucherarbeiten  
Untersuchungen im Strömungskanal  
Belastung der Wirbelsäule  
Mögliche Spätfolgen durch das Tauchen

### **3. Schädigungsmöglichkeiten und Unfälle beim Tauchen (E. Peter)**

#### 3.0 Erkennen des Notfalls

#### 3.1 Unfälle beim Tauchen mit ABC-Ausrüstung

Hyperventilationssyndrom  
Tieftauchen und Streckentauchen in Apnoe  
Schwimmbad-Blackout  
Aufstiegs-Blackout  
Veränderte Schnorchel  
Ertrinkungsunfall/ Nichttödliches Ertrinken  
Besonderheiten bei Ertrinkungsunfällen

#### 3.2 Unfälle beim Tauchen mit DTG

Barotraumen  
Überdehnungsunfall der Lunge/Überdruckbarotrauma der Lunge  
Dekompressionskrankheit  
Vertigo und Kinetose beim Tauchen

#### 3.3 Sonstige Unfälle beim Tauchen

Sonnenstich

## Tauchmedizin

Dr. Martin Frommhold

### **FT 1.1**

Einführung und TG-Phasen

Wiederholung und Einstieg (max. 5 min.)

Dekompressionsunfall

Ursache / Risikofaktoren / Formen / GTÜM / Sofortmassnahmen /  
Therapie

Sauerstoffsysteme und Gefahren bei deren Handhabung

### **FT 1.2**

O<sub>2</sub>-Toxizität

CO-Vergiftung

CO<sub>2</sub>-Vergiftung / Essoufflement

### **FT 2**

Wundversorgung

### **FT 3**

Giftiges und Krankmachendes in der marinen Umwelt

### **FT 4**

Auffrischen zur HLW

Wundversorgung

Unfall / Tauchunfall / Therapie / Sauerstoff

**Reanimation // CPR**

## Tauchpraxis

### 1. Navigation

Erik Stohr

#### **1. Orientierung über Wasser**

Nautische Maße und Begriffe

Navigationsverfahren

#### **2. Orientierung unter Wasser**

UW – Suche mit Tauchern

UW – Suche ohne Taucher

UW – Navigation

Beispiel: Gerätträgersuche

Praxis: Umgang mit Sichtnavigation, Kompass, GPS

### 2. Georeferenzierung von UW-Daten

Dr. Gerd Niedzwiedz

mathematisch / physikalische Methoden und technische Umsetzung  
zur Erfassung von Positionsdaten unter Wasser

Datenaufbereitung

mögliche Ergebnisdarstellungen bei

Fotos

Videos

Messdaten

Übungen

### 3. Grabungstechniken

DI Roman Scholz, RGK (DAI)



### Seminarvorträge

Nr.	Thema (10 ... max. 15min)	Name / Termin
1	DGUV Regel 101-023: Gliederung und Inhalte - ein Überblick	
2	Die Leitlinie „Tauchunfall“ und ihre praktische Anwendung vom Ersthelfer	
3	Der 5min Neurocheck: Was ist das? Wozu dient er? Was nutzt er? Wie findet er Anwendung?	
4	Der Lungenüberdruckunfall: Ursachen, Einteilung, Symptome, Ersthilfe	
5	Die Dekompressionskrankheit: mögliche Ursachen, Einteilung, Symptome, Ersthilfe	
6	Vergiftungsmöglichkeiten beim Tauchen: Arten, Ursachen, Symptome, Erstmaßnahmen	
7	Warum werde ich Forschungstaucher? Was sind die wesentlichen Unterschiede zwischen Forschungstauchen und wissenschaftlich motivierten Sporttauchen?	
8	Welche Gesetze und Regeln finden beim Forschungstauchen Anwendung? - eine Zusammenstellung	
9	Der Forschungstaucheinsatz: Vorbereitung, Anträge und Dokumente, Einsatzplanung, Sicherstellung, Nachbereitung	
10	Inhalt der Gefährdungsanalyse bei Forschungstaucheinsätzen	
11	Atemregler und Lungenautomaten: Einteilung bzw. Unterscheidungen, Funktionsweise(n), Handhabung, Pflege und Wartung	
12	Der Hochdruck-Atemluftkompressor:	

	Bauweisen und Einteilung, Funktionsweise, wichtige Bauteile und deren Funktion, Anforderungen an den Betreiber, gesetzliche Grundlagen, Pflege und Wartung	
13	Zusammenstellung physikalischer Phänomene beim Tauchen; Systematisierung, Ursachen und Auswirkungen, Konsequenzen	
14	Zusammenstellung physiologischer Phänomene beim Tauchen: Systematisierung, Ursache und Wirkung, notwendiges Tauchverhalten, technische Anforderungen	
15	Was sind limitierende Faktoren für die Tauchzeit? Wie können längere Tauchzeiten beim Forschungstauchen realisiert werden? Mögliche Maßnahmen, zusätzliche Probleme, Konsequenzen, Vor- und Nachteile; Empfehlungen und Diskussion	
16	Was sind limitierende Faktoren für die Tauchtiefe? Wie können größere Tauchtiefen beim Forschungstauchen realisiert werden? Mögliche Maßnahmen, zusätzliche Probleme, Konsequenzen für die Sicherstellung, Empfehlungen und Diskussion	
17	Angewandte Techniken in der UW-Archäologie	
18	Tauchen mit Rebreather: Was ist das? Wie funktioniert das? Welche Vor- und Nachteile bringt es? Darf das ein Forschungstaucher?	
19	Kurze Einführung in die Unterwasserfoto- und Videografie	