Tauchun- und Zwischenfälle

20.Vollversammlung der Arbeitsgemeinschaft der Feuerwehrtaucher und Fachdienste Nord

Martin Gloger, Zentrum für Innere Medizin, ITS, Universitätsmedizin Rostock

Definition Tauchunfall

„ Ein Tauchunfall ist ein potentiell lebensbedrohliches oder gesundheitsschädigendes Ereignis, hervorgerufen durch Abfall des Umgebungsdruckes beim Tauchen oder aus sonstiger hyperbarer Atmosphäre, mit oder ohne Tauchgerät in der Dekompressionsphase“

Tauchbedingte Un- und Zwischenfälle

1. druckkammerpflichtig
1.1 akute Dekompressionskrankheit („decompression sickness“)
- Typ I Leitsymptom: muskuloskelettale Schmerzen
- Typ II Leitsymptom: neurologische Symptomatik
1.2 arterielle Gasembolie

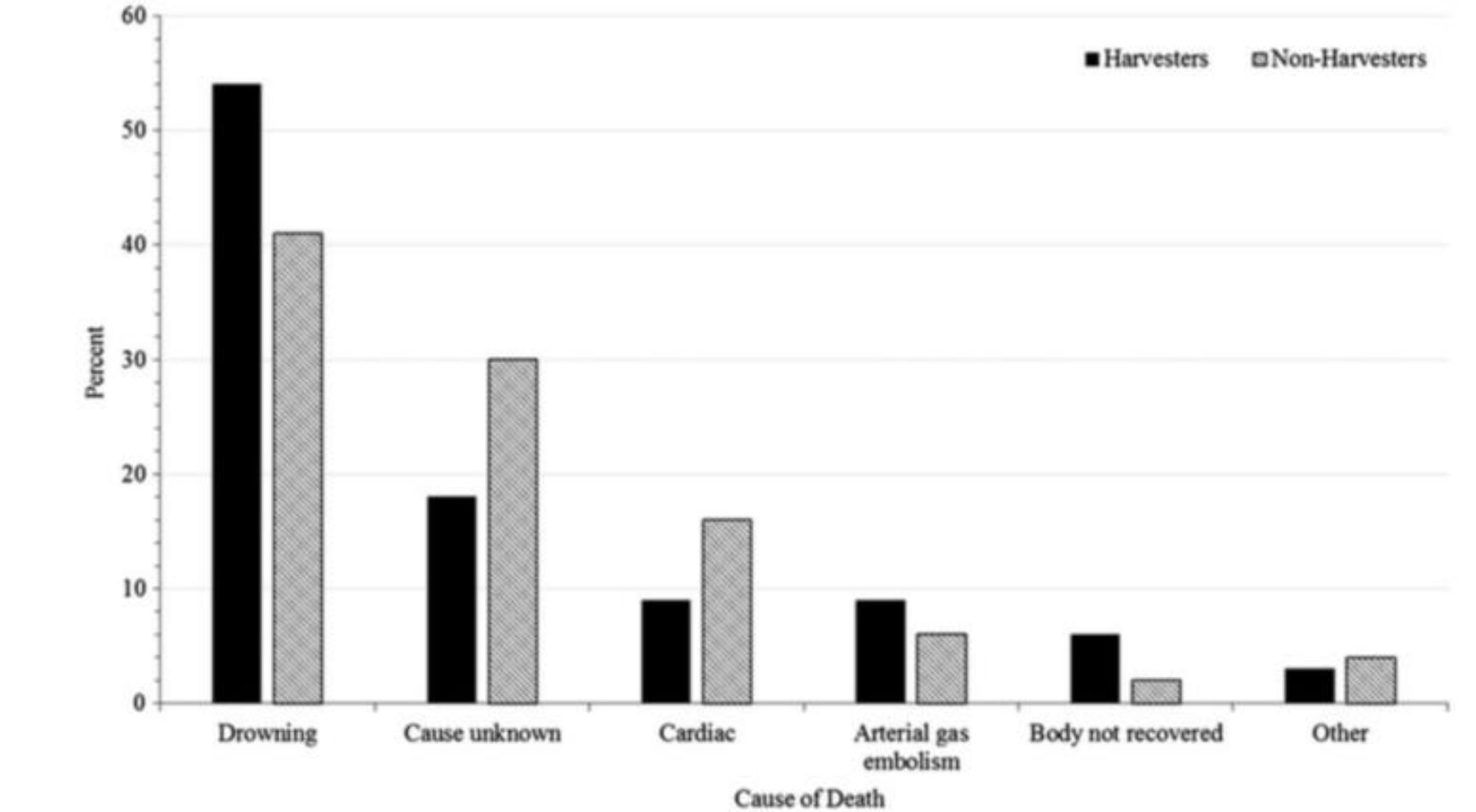
2. nicht druckkammerpflichtig
2.1 Kompressionsbarotraumen (Ohr, Nasennebenhöhlen, etc.)
2.2 Gasintoxikationen - Sauerstoffintoxikation - CO_2-Intoxikation (Hyperkapnie, Esoufflement) - Stickstoffintoxikation (Tiefenrausch) - „high pressure nervous syndrom“
2.3 Hyopxie / Hypoxämie
2.4 isoliertes pulmonales Barotrauma - Mediastinal- oder Hautemphysem - Pneumothorax
2.5 Vertigo (Schwindel)
2.6 Ertrinkungsunfall
2.7 Hypothermie
2.8 Verletzungen durch Meerestiere
2.9 Traumata (z.B. Bootsunfälle)

Inzidenz und Mortalität

Ursache	NUADC	ANZ	DAN
Ertrinken	39%	42%	66%
DCS II	22%	16%	1,9%
Lungenbarotrauma	13%	24%	15% davon 50% sekundär ertrunken
Herzversagen	12%	9%	2% alle sekundär ertrunken
Aspiration	6%	1%	
Trauma	6%	8%	2% alle sekundär ertrunken
Asthma	1%	-	-
Meeresleberwesen	1%	-	-
unbekannt oder Leiche nicht geborgen	-	-	13%

Modifiziert nach Moderne Tauchmedizin

Todesursachen von Freizeittauchern



Quelle: Rowely, Journal of Travel Medicine 2016

Physiologische kardiovaskuläre Effekte

- Immersion / Submersion
  - Verlagerung von 700 ml Blut in die thorakalen Gefäße
  - Volumenbelastung des rechten Herzens
  - PCWP steigt
  - Schlagvolumen steigt
  - Wandspanung und Kontraktionskraft steigen

Konsequenz: kardiale Dekompensation bei vorgeschädigten Herzen

Physiologische kardiovaskuläre Effekte

- Vasokonstriktion

– führt zur Steigerung der kardialen Nachlast
– steigert den Blutdruck und den myokardialen Sauerstoffverbrauch
– Sauerstoff hat eine direkte vasokonstriktive Wirkung, ein steigender Partialdruck verstärkt diese

Konsequenz: Vasokonstriktion ist wesentlicher Mechanismus bei der Entstehung des tauchassoziierten Lungenödems

Physiologische kardiovaskuläre Effekte

- Flüssigkeitsverlust

– Volumenbelastung führt zu vermehrtem Harndrang (Taucherdiurese)
– Vorhofdehnung führt zur Freisetzung von ANP (atriales natriuretisches Peptid)
– Reduktion der Freisetzung von ADH (antidiuretisches Hormon)

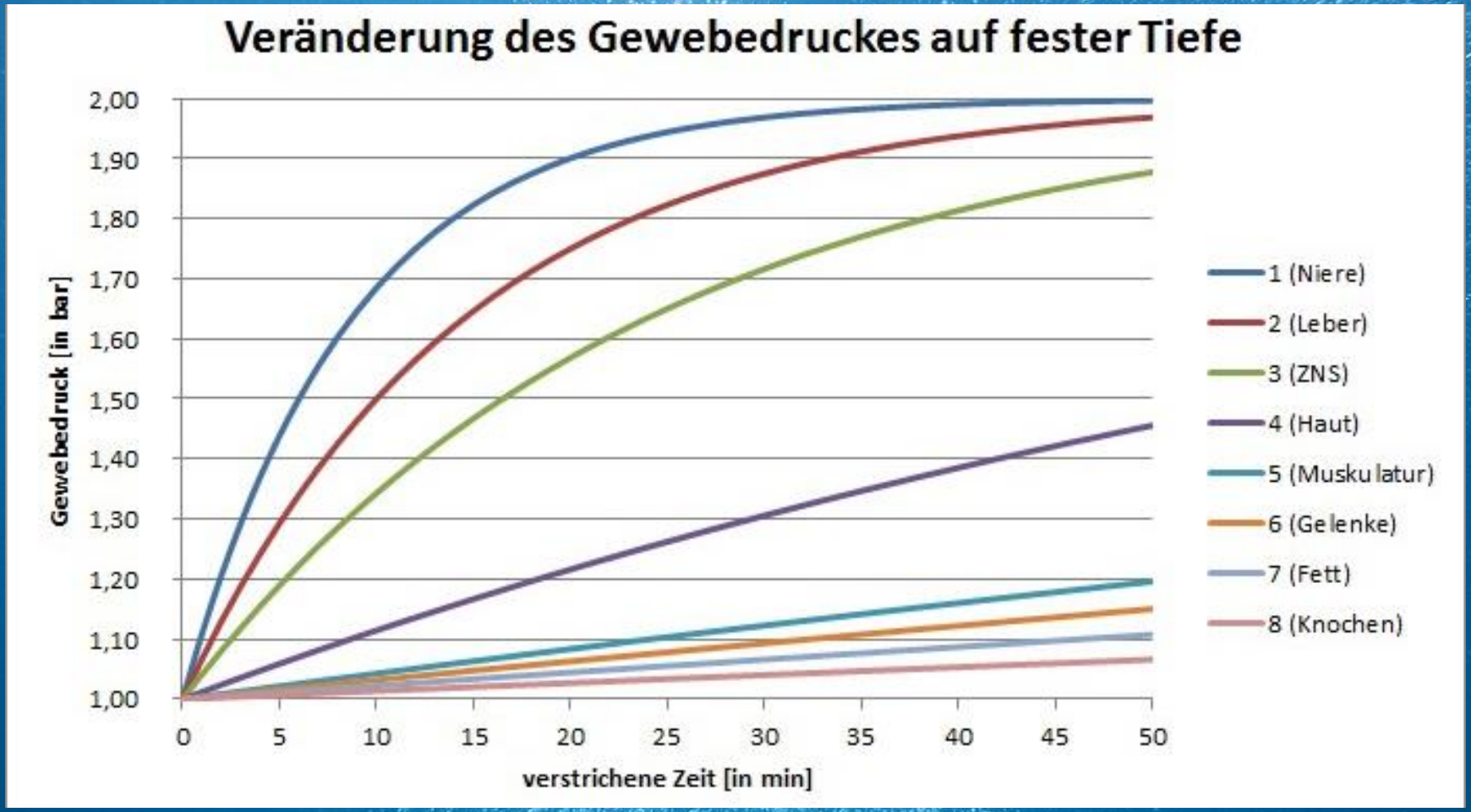
Konsequenz: Flüssigkeitsverlust, der durch das Atmen kalten, trockenen Atemgases verstärkt wird

Kompartimente und Ihre Sättigungskinetik

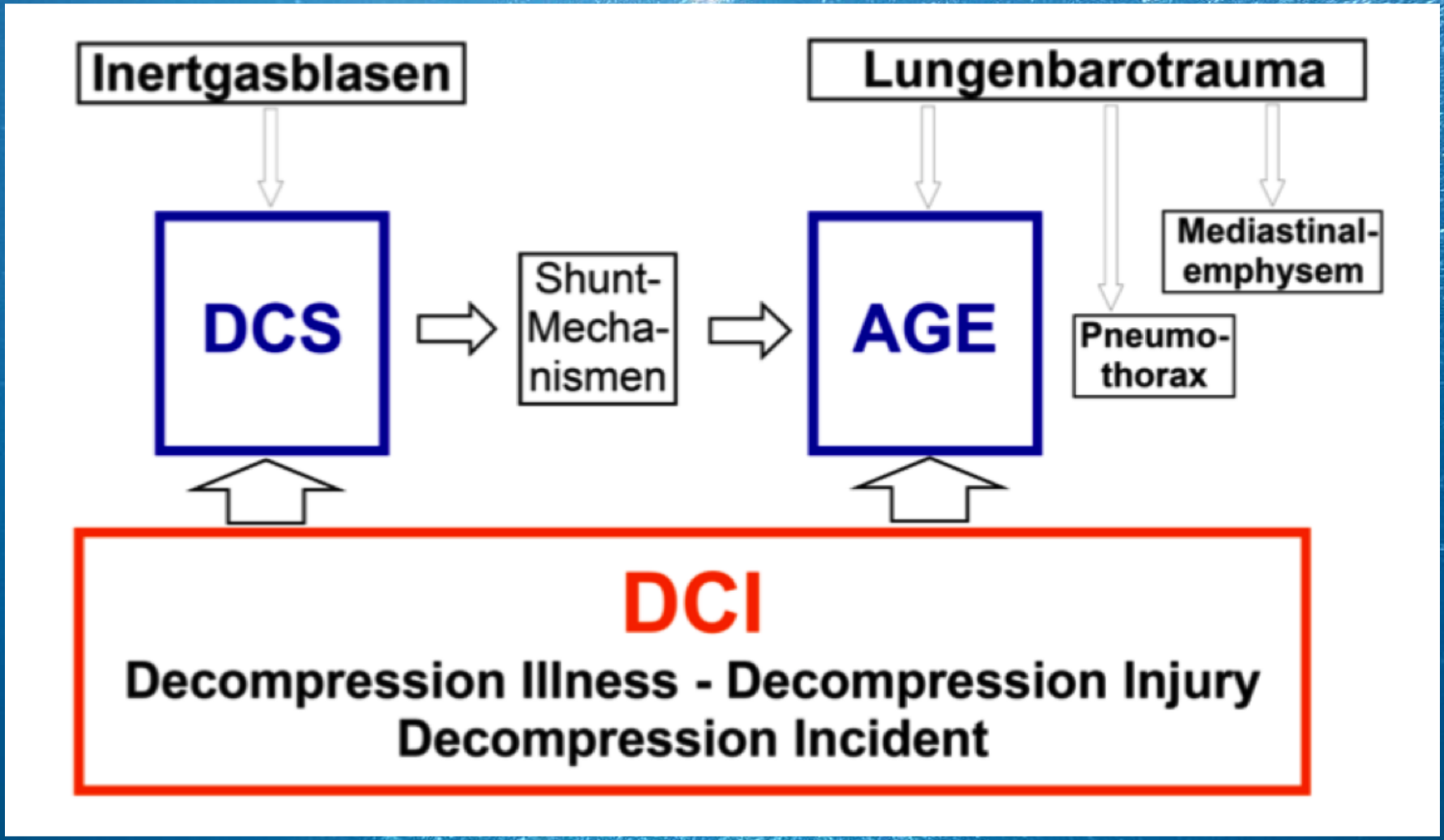
	Halbwertzeit	Gewebe
schnell	4 – 40 min	Nieren, Leber, ZNS
mittel	40 – 150 min	Haut, Muskeln
langsam	300 – 500 min	Fett, Knochen, Gelenke

Als Basis für die Einteilung der Kompartimente diente die Blutmenge pro Kilogramm Gewebe und Minute.
Die Angaben gelten für Stickstoff, als das am häufigsten verwendete Inertgas.

Sättigungskinetik verschiedener Kompartimente



Systematik der Dekompressionsunfälle



Quelle: Leitlinie Tauchunfall

Wie entsteht eine DCS ?

zunehmendes Gasblasenvolumen

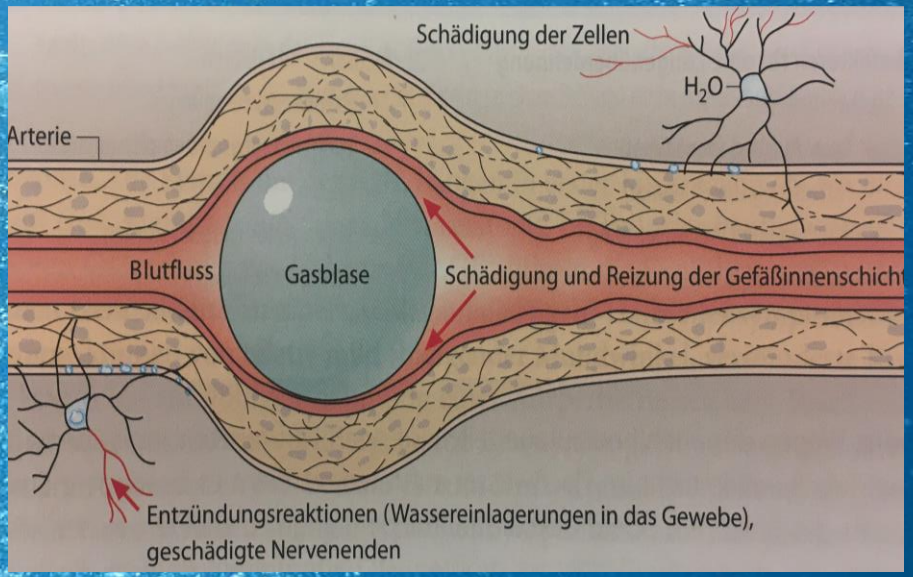
Gefäßverschluß

Kompression von Gewebe

Ödem und Gewebeischämie

Reduktion des Blutflusses
Zunahme der Diffusionsstrecke

erschwerte Gaselimination



Quelle: moderne Tauchmedizin

Einflüsse auf die Entwicklung einer DCS

taucherbezogene Faktoren	tauchgangsbezogene Faktoren
Alter / Geschlecht	Umgebungstemperatur
Adipositas	körperliche Arbeit
Flüssigkeitsmangel	tiefe und dekompressionspflichtige Tauchgänge
Alkohol	Wiederholungstauchgänge
PFO (persistieredes Foramen ovale)	„Jojo-Tauchgänge

DAN-Studie 2017

Ziele:

1. Vergleich der realen Tauchpraktiken mit den empfohlenen Praktiken
2. Untersuchung druckunabhängiger Faktoren wie Alter Körperbau, Geschlecht und Umweltfaktoren auf die Blidung von Blasen
3. Identifizierung von Risikofaktoren bei tatsächleichen DCS Fällen

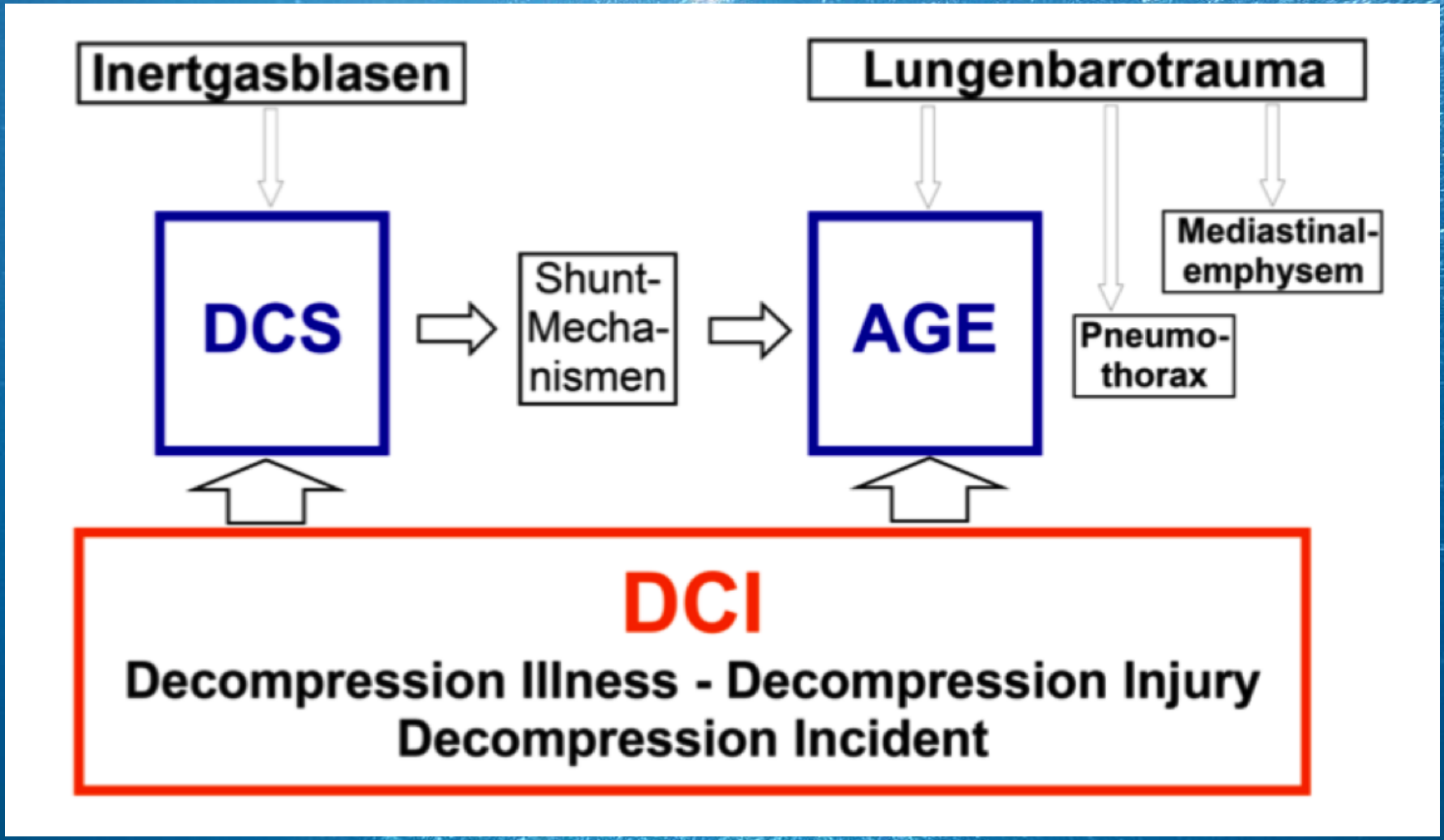
Studiendesign:

40000 Tauchprofile und detaillierte Fragebögen
europäische Sporttaucher
offene Tauchgeräte
1000 Tauchgänge mit Blasendetektion
320 DCS-Fälle

DAN-Studie 2017

Ergebnisse:
- die meisten Tauchgänge wurden im „sicheren“ Bereich gemacht (27m, 46 min, GF 0,66)
- Aufstiegsgeschwindigkeit kleiner als 9 m/min, nur wenige Dekostops ausgelassen
- Blasenanzahl nach 30-45 min am größten
- Zusammenhang zwischen Blasenbildung und Risikofaktoren – ***fast Keiner***
- nur BMI und Alter zeigten ein gewisses Risiko an
- **Wichtig:** **93% der DCS-Fälle mit korrektem Dekompressionsverfahren also „unverdiente“ DCS**
  nur 2,5% mit GF >1, also als vom Algorithmus vorhergesagte DCS

Systematik der Dekompressionsunfälle



Quelle: Leitlinie Tauchunfall

Wie entsteht eine AGE ?

Variante 1 – das pulmonale Barotrauma

-abfallender Umgebungsdruck führt zur Ausdehnung des Gases in der Lunge

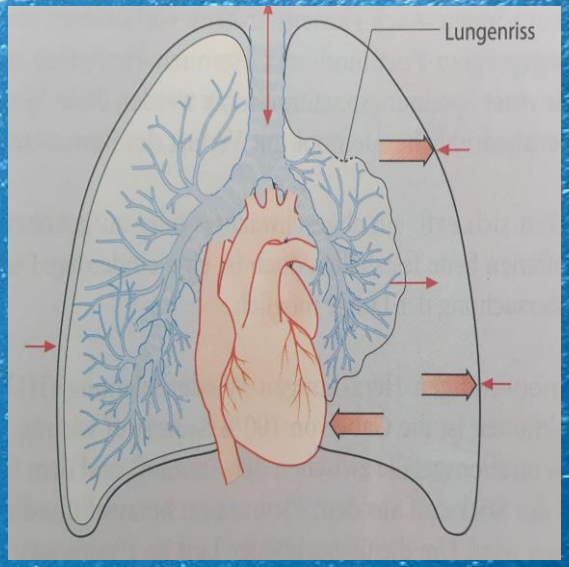
-fehlende Ausatmung führt zur Überdehnung von Bronchien und Alveolen

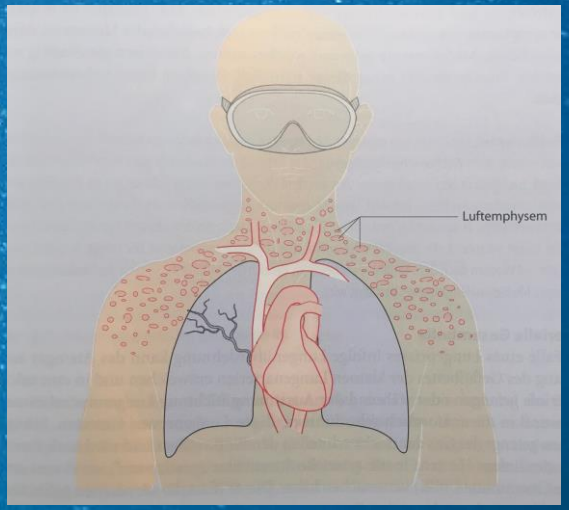
-die entstehende Verletzung des Lungengewebes führt, je nach Lokalisation, zu

Pneumothorax

Emphysem oder

arterieller Gasembolie



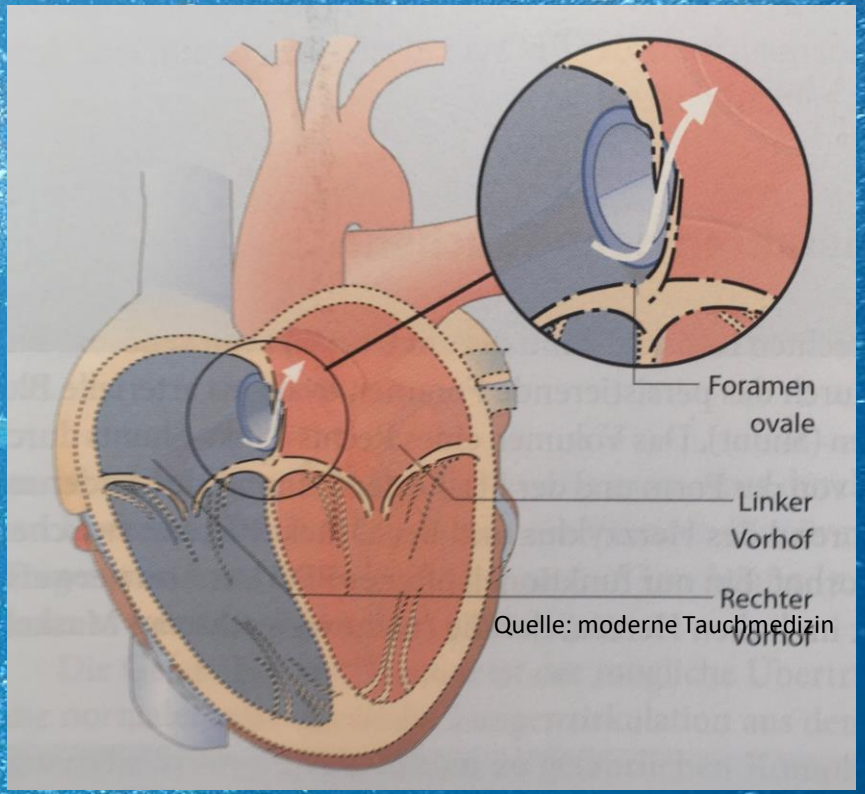


Wie entsteht eine AGE ?

Variante 2 – die paradoxe Gasembolie

a)durch transpulmonale Passage von Gasblasen

b)über ein offenes Foramen ovale (häufigster Weg)

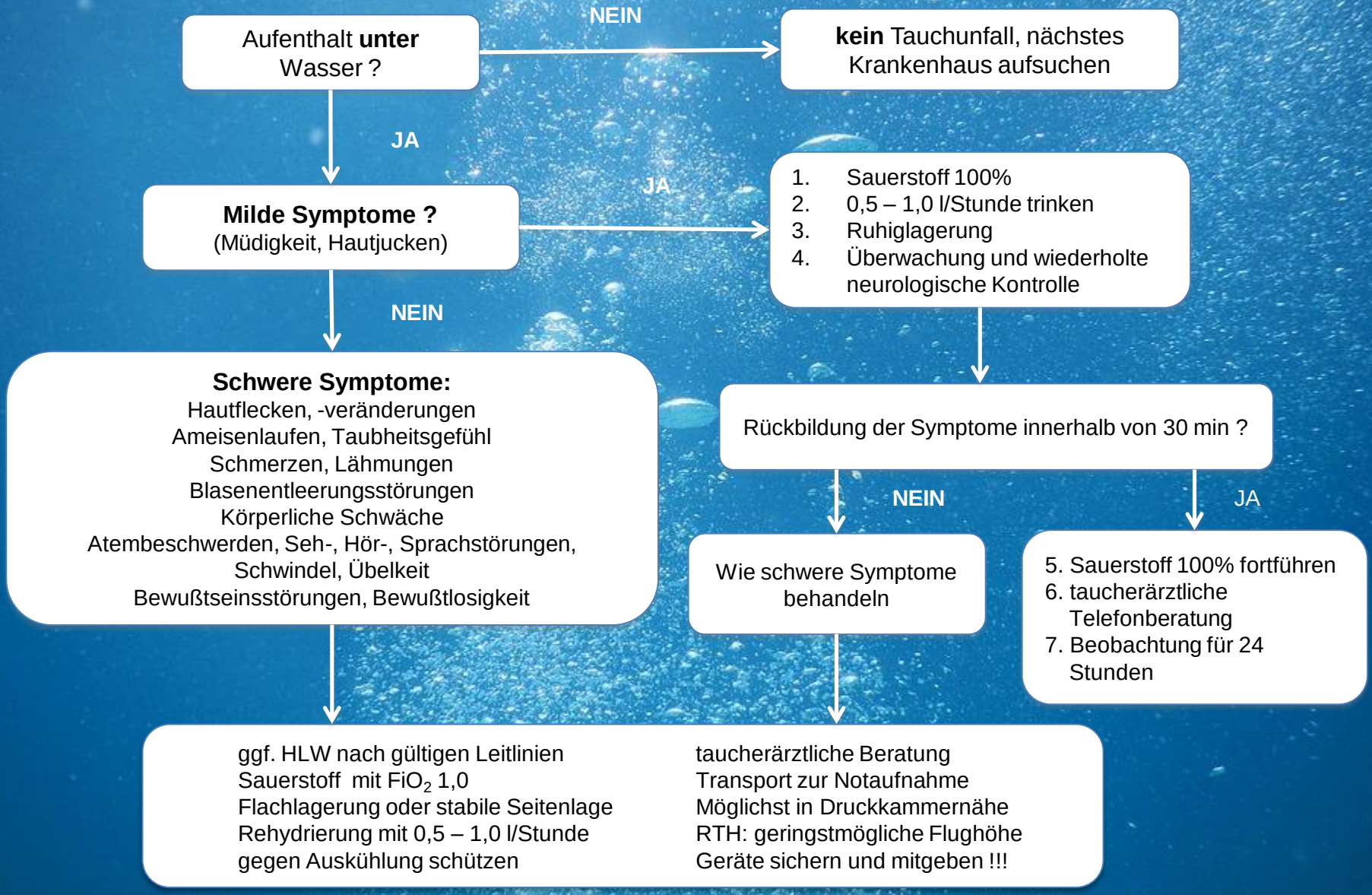


Quelle: moderne Tauchmedizin

DCS oder AGE ?

	DCS	AGE
Tauchprofil	- tiefe, lange Tauchgänge -Sättigungstauchgänge -Wiederholungstauchgänge -zu schneller Aufstieg	- schneller Aufstieg - von der Tiefe unabhängig
Symptombeginn nach Ende des Tauchganges	- (Minuten) bis Stunden - Meistens innerhalb von 3 – 6 Sunden - zerebrale Symptome auch früher	- unmittelbar nach dem Ende des Tauchganges - meistens innerhalb weniger Minuten
Symptome	- Apathie, Bewußtlosigkeit - Schwindel, Erbrechen - neurologische Ausfälle - Andere Symptome der DCS	- neurologische Ausfälle (schlaganfallartig!!!) - kardiopulmonale Begleitsymptome - HKL-Versagen möglich

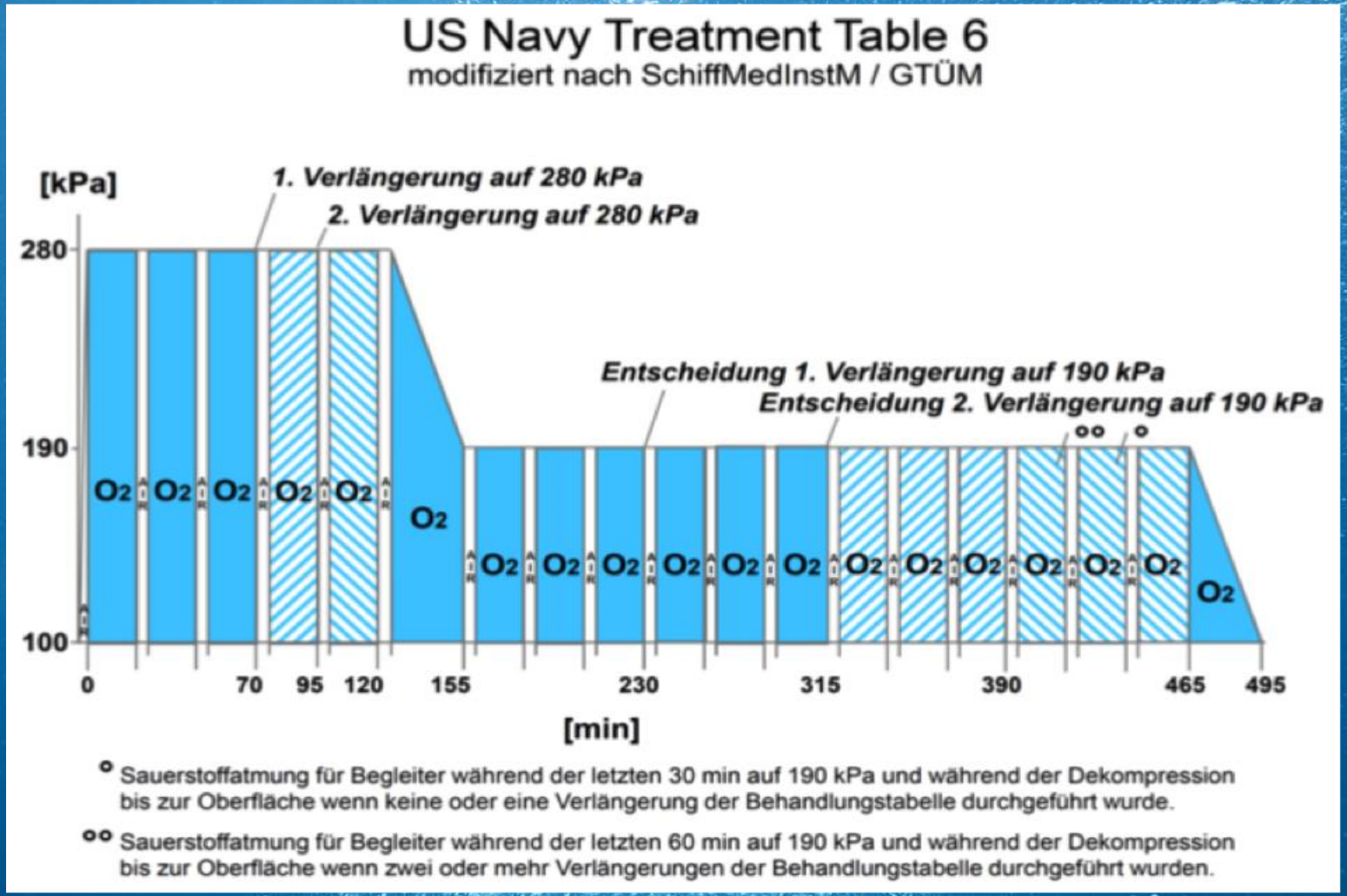
Erste Hilfe bei Tauchunfällen



Quelle: Leitlinie Tauchunfall

Martin Gloger, Zentrum für Innere Medizin, ITS, Universitätsmedizin Rostock

„die“ HBO_2-Therapietabelle

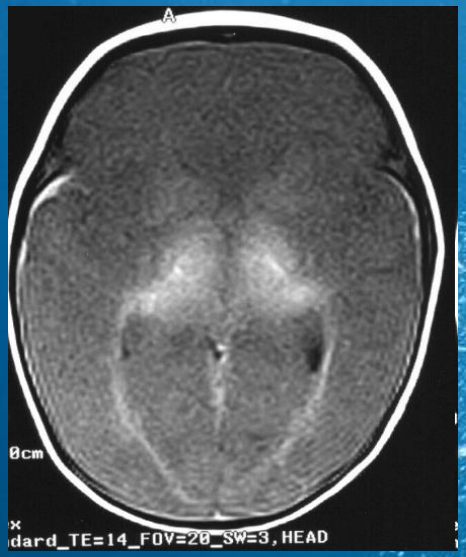


Quelle: Leitlinie Tauchunfall

Ertrinkungsunfall

pathophysiologisch stehen im Vordergrund:

- Folgen der cerebralen Hypoxie
- Folgen der Aspiration auf die Lungenfunktion
- Folge der Hypothermie auf den Gesamtorganismus



Therapie des Ertrinkungsunfalls

Die Hypoxie ist der wichtigste Pathomechanismus beim Ertrinkungsungsunfall, deshalb ist die Beseitigung der Hypoxämie das wichtigste Therapieziel bei der präklinischen Behandlung.

Therapie des Ertrinkungsunfalls

Sauerstoffgabe und Beatmung

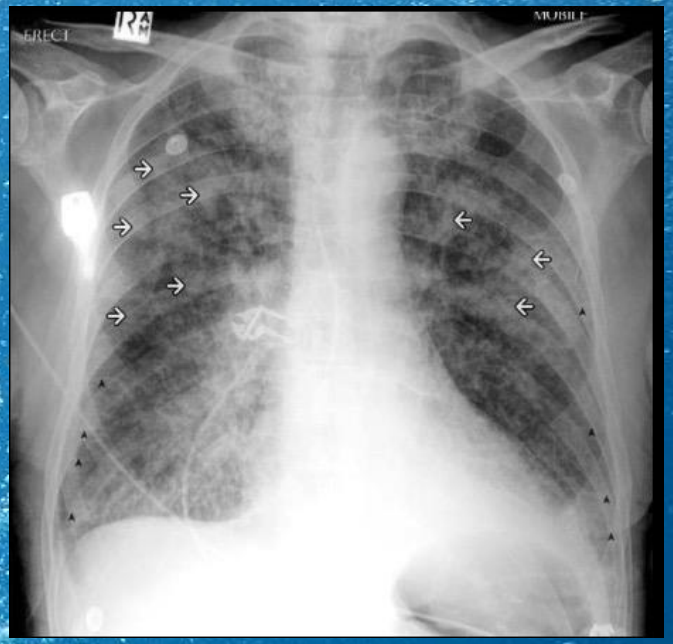
- frühzeitige Gabe von 100% Sauerstoff in der Atemluft
- bei Dyspnoe und Vigilanzminderung frühzeitige Entscheidung für eine Beatmungstherapie
- adäquater PEEP ist extrem wichtig
- Compliancestörung bedingt Beatmungsprobleme

Cave: Analgosedierung bei Hypothermie, geringere Dosis und verlängerte Anschlagszeit beachten

Lungenödem

Ursachen:

- pulmonales Unterdruckbarotrauma
- pulmonale Dekompressionskrankheit
- Ertrinken
- Herzinsuffizienz
- primäres tauchbedingtes Lungenödem



Symptome:

- Luftnot, Kurzatmigkeit, Husten
- weißlich-schaumiger Auswurf, evtl. mit Blutbeimengungen
- Auftreten schon während des Tauchens oder kurz nach dem Auftauchen

Notfallplan und Erste-Hilfe-Ausrüstung

Notfallplan:

- Dokumentationsprotokoll für das Notfallverfahren
- Taktikschema für den Ablauf
- Liste mit wichtigen Telefonnummern

Erste-Hilfe-Ausrüstung:

- Art und Umfang richtet sich nach
  - Topographie des Tauchplatzes
  - Anbindung der Tauchergruppe an den lokalen Rettungsdienst

Wenoll-System

Wenoll - System
Wenoll-System
Wenoll-Kurs
Wenoll-System

DAN
DAN

DAN
Oxygen Unit

Leitfaden Tauchunfall

- Verunfallten Taucher aus dem Wasser holen und entkleiden (Wärmeerhalt beachten)
- Entsprechend nach Flussschema auf Rückseite der Tauchermappe Erstversorgung beginnen !!!
- Info an Leitstelle „Tauchunfall“
- Taucherarzt konsultieren und weitere Maßnahmen absprechen. Telefonnummer siehe Tauchermappe
- Wenn vom Boot aus getaucht wurde ,einen Übergabepunkt an Land vereinbaren (RTW,NEF,evtl.RTH)
- Ausfüllen des Tauchunfallprotokolls Wichtig!!
- Sicherstellung des Gerätes ,welches nicht verändert wird!!!! Übergabe nur an Polizei.
- Meldung an den Amtsleiter und Leiter Tauchdienst

5 – Minuten - Neurocheck

„5-Minuten-Neurocheck“

Zeit:			Zeit:	
ja	**nein**	**1. Orientierung**	**ja**	**nein**
❑	❑	Ist der Taucher zur Person orientiert (Namen, Alter)?	❑	❑
❑	❑	Ist der Taucher örtlich orientiert (derzeitiger Aufenthaltsort)?	❑	❑
❑	❑	Ist der Taucher zeitlich orientiert (aktuelle Zeit, Datum)?	❑	❑
ja	**nein**	**2. Augen**	**ja**	**nein**
❑	❑	Kann der Taucher die ihm vorgehaltene Anzahl von Fingern wahrnehmen? Zuerst ist jedes Auge einzeln, erst danach beide zusammen zu überprüfen	❑	❑
❑	❑	Kann der Taucher ein entferntes Objekt identifizieren?	❑	❑
❑	❑	Ist der Taucher dazu in der Lage, dass er bei stillgehaltenem Kopf mit seinen Augen einem vor seinem Gesicht bewegten Finger folgt? Der Finger sollte in ca. 50 cm Abstand langsam von rechts nach links und von oben nach unten bewegt werden. Zu achten ist auf eine gleichförmige Bewegung beider Augen und auf eventuelle ruckartige Bewegungen in den Endlagen.	❑	❑
❑	❑	Sind die Pupillen des Tauchers gleich groß und rund und werden sie bei Lichteinfall enger? Auf Seitenunterschiede ist zu achten.	❑	❑
ja	**nein**	**3. Gesicht**	**ja**	**nein**
❑	❑	Der Taucher wird aufgefordert zu pfeifen. Auf eine symmetrische Bewegung beider Gesichtshälften und auf seitengleiche Muskelspannung ist dabei zu achten.	❑	❑
❑	❑	Der Taucher wird aufgefordert „die Zähne zu zeigen“. Auf eine symmetrische Bewegung beider Gesichtshälften und auf seitengleiche Muskelspannung ist dabei zu achten.	❑	❑
❑	❑	Der Taucher wird aufgefordert die Augen zu schließen. Abwechselnd werden dann die linke und rechte Hälfte seiner Stirn und des Gesichts, berührt und der Taucher gefragt, ob seine Gefühlswahrnehmungen seitengleich sind.	❑	❑
ja	**nein**	**4. Gehör**	**ja**	**nein**
❑	❑	Der Taucher wird aufgefordert seine Augen zu schließen. Dann werden in ca. 50 cm Entfernung vom rechten, anschließend vom linken Ohr des Tauchers Daumen und Zeigefinger aneinander gerieben und der Taucher gefragt, ob er das Geräusch seitengleich wahrnimmt. Die Überprüfung ist beidseits mehrmals durchzuführen. Bei Lärm in der Umgebung ist der Abstand eventuell zu verkürzen bzw. Lärmquellen abzustellen.	❑	❑
ja	**nein**	**5. Schluckreflex**	**ja**	**nein**
❑	❑	Der Taucher wird aufgefordert zu schlucken. Zu beobachten ist, ob sich sein Adamsapfel gleichmäßig auf- und abwärts bewegt.	❑	❑

ja	**nein**	**6. Zunge**	**ja**	**nein**
❑	❑	Der Taucher wird aufgefordert seine Zunge gerade herauszustrecken. Zu beachten ist, ob sie sich genau in der Mitte befindet, oder Abweichungen nach rechts oder links zeigt.	❑	❑
ja	**nein**	**7. Muskelkraft**	**ja**	**nein**
❑	❑	Der Taucher wird aufgefordert, beide Schultern hochzuziehen, während ihnen mit den Handflächen des Untersuchenden ein sanfter Widerstand entgegengesetzt wird. Dadurch ist leicht zu überprüfen, ob er beidseits die gleiche Kraft entwickeln kann, oder ob Seitenunterschiede vorliegen.	❑	❑
❑	❑	Der Taucher wird aufgefordert, die Arme in den Ellenbogengelenken rechtwinkelig zu beugen. Er wird dann angewiesen wird seine Hände nach oben, nach unten und zur Seite zu bewegen, während seinen Bewegungen durch die Hände des Untersuchenden ein Widerstand entgegensetzt wird. Zu beurteilen sind eventuelle Seitenunterschiede der groben Kraft.	❑	❑
❑	❑	Der Taucher wird aufgefordert sich flach auf den Rücken zu legen. Er wird dann angewiesen seine Knie gegen den Widerstand der Hände des Untersuchenden zu heben bzw. die Sprunggelenke gegen Widerstand auf- und ab zu bewegen.	❑	❑
ja	**nein**	**8. Gefühlswahrnehmung**	**ja**	**nein**
❑	❑	Der Taucher wird aufgefordert die Augen zu schließen. Abwechselnd werden dann im Seitenvergleich die linke und rechte Hälfte seines Rumpfes, dann die Außen- und Innenseiten seiner Extremitäten berührt und der Taucher gefragt, ob seine Gefühlswahrnehmungen seitengleich sind. Das Ergebnis der Untersuchung muss für jede Körperregion beurteilt und aufgezeichnet werden.	❑	❑
ja	**nein**	**9. Gleichgewicht und Koordination**	**ja**	**nein**
❑	❑	Der Taucher wird aufgefordert aufzustehen, die Füße parallel zusammen zu stellen, die Arme nach vorne zu strecken, die Handflächen nach oben zu richten und die Augen zu schließen. Der Taucher sollte in der Lage sein, das Gleichgewicht zu halten, wenn der Boden unbewegt ist. **Achtung:** Während dieses Tests muss der Untersuchende darauf vorbereitet sein, dass der Taucher stürzen könnte, und dazu bereit sein, ihn aufzufangen!	❑	❑
❑	❑	Der Taucher wird aufgefordert die Augen zu schließen. Er wird dann angewiesen, seine Arme nach vorne zu strecken und abwechselnd mit seinen Zeigefingern seine Nasenspitze zu berühren. Zu beurteilen sind eventuell Seitenunterschiede.	❑	❑
❑	❑	Der Taucher wird aufgefordert sich flach auf den Rücken zu legen. Er wird angewiesen, abwechselnd eine Ferse über die vordere Schienenbeinkante des anderen Beines zu bewegen. Zu beachten sind eventuell Seitenunterschiede.	❑	❑
		10. Sonstige Bemerkungen und Beobachtungen:		

Quelle: Leitlinie Tauchunfall

Wichtige Telefonnummern

DAN-Hotline für Deutschland und Österreich: 00800 326668783
VDST-Hotline: +49 69 80088616
Schifffahrtmedizinisches Institut der Marine: +49 431 54091441
Taucherhotline von aqua med: +49 700 34835463
Internationale DAN Hotline: +39 06 4211 8685
oder 5685

wichtig: Stichwort **„Tauchunfall“** nennen

Kasuistik

- 29 jähriger Berufstaucher
- ca. 50 minütiger, nicht dekompressionspflichtiger Tauchgang (Kontrolle Spundwände im Überseehafen)
- nach dem Auftauchen Schmerzen linkes Ellenbogengelenk und linke Schulter
- Vorstellung im GDZ Lütten Klein
- dort zusätzlich Schwindel
- Anforderung des Rettungsdienstes

Kasuistik

Fragen:

1.Notfallmanagement Tauchunfall vor Ort richtig?
2.eingeleitete Maßnahmen richtig?
3.Diagnose?

- 29 jähriger Berufstaucher
- ca. 50 minütiger, nicht dekompressionspflichtiger Tauchgang (Kontrolle Spundwände im Überseehafen)
- nach dem Auftauchen Schmerzen linkes Ellenbogengelenk und linke Schulter
- Vorstellung im GDZ Lütten Klein
- dort zusätzlich Schwindel
- Anforderung des Rettungsdienstes