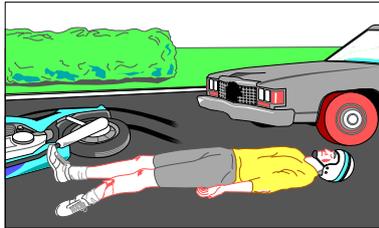
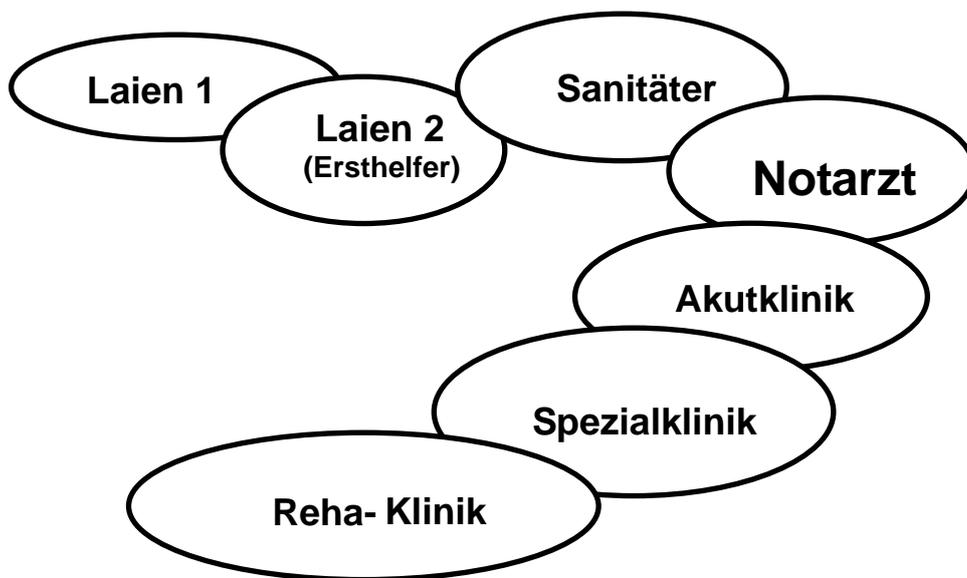


6. TAUCHERUNFÄLLE - VORBEUGEN, ERKENNEN UND BEHANDELN

6.1. Rettungskette



Notfallpatient



Wenn die Rettungskette bereits am Anfang "knackt", dann nützt der Rest nichts mehr!

Vorbereitungen (vor dem Tauchereinsatz)

- **Notfall-Telefonnummern** auf aktuelle Richtigkeit prüfen, zusätzliche Notfall-Telefonnummern (falls die erste Rufnummer überlastet ist!), möglichst mehrere Aufkleber mit diesen Nummern mitführen!
- **Rettungskoffer** vor dem Einsatz überprüfen und dann immer mitführen!
- Gesamte Tauchergruppe und Schiffspersonal **einweisen!** (**WO?** , alles zeigen, alles durchsprechen), Zugriff für jeden sicherstellen!

NOTRUF absetzen

Der Anrufer hat sich deutlich mit Namen und Funktion zu melden, um bei der Leitstelle sofort Glaubwürdigkeit herzustellen.

Die fünf W's des Notrufs:

- **Was** geschah?
- **Wie viele** Personen sind verletzt?
- **Welche** Verletzungen liegen vor?
- **Wo** geschah es?
Möglichst genaue Angaben zum Unfallort.
Zugangswege, aktuelle örtliche Besonderheiten.
- **Warten** auf Rückfragen!
Die Rettungsstelle beendet das Gespräch!

Einweisung der Hilfskräfte (RTWs, NEF, RTH, Polizei, Feuerwehr)

Hinweis: "Es kommen mehrere!"

RTH (Rettungstransporthubschrauber): Benötigt für eine Landung etwa **25 m im Durchmesser!**

Patient als Attraktion

- Bergung
- Publikum
- a) Autorität herstellen / sichern
- b) nach Medizinern/innen fragen **2 x !**
- c) "Klugschnacker + Besserwisser" beschäftigen
- d) Notruf absetzen bzw. absetzen lassen (evtl. nach Namen fragen)
- e) Einweisung der Hilfskräfte organisieren

6.2.

Unterkühlung (Hypothermie)

Beim Menschen unterscheidet man deutlich zwischen den Temperaturen im Körperkern (der Kopf und das Innere des Rumpfes) und in der Körperschale (Haut, Unterhautgewebe, Extremitäten). Zur Erhaltung der lebenswichtigen Funktionen muss die Körperkerntemperatur nahezu konstant gehalten werden. Die **normale Körperkerntemperatur** liegt beim Menschen **zwischen 36,8 °C und 37,5 °C**, sie kann exakt nur rektal gemessen werden. Bei axillarer Messung liegen die Normalwerte im Bereich 36,5 °C bis 37,2 °C. Wärmequellen im Körper sind insbesondere die Stoffwechselprozesse der inneren Organe (insbesondere der Leber) und die Skelettmuskulatur, wenn sie stark beansprucht wird. Transportiert und verteilt wird die Wärme durch das Blut. Die Temperaturregulation erfolgt durch gezielte Erhöhung bzw. Reduktion der transportierten Blutmenge je nach Körpergebiet und Notwendigkeit. In einer warmen Umgebung werden die Blutgefäße in der Peripherie erweitert, damit wird die Durchblutung gesteigert und die Wärmeabgabe an die Umgebung verstärkt. Die Haut ist dann deutlich gerötet. Durch die Verdunstung von Wasser (Schweiß) kann die Wärmeabgabe zusätzlich gesteigert werden. Bei kalter Umgebung erfolgt dagegen eine Verengung der peripheren Gefäße und eine Reduktion der Wärmeabgabe. Die Haut wird dann blass, in extremen Fällen bläulich.

Bei Tauchereinsätzen kann es zu einer **Unterkühlung (Hypothermie)** kommen, da an den meisten Tauchstellen die Wassertemperatur geringer als die normale Körperkerntemperatur des Menschen ist.

Von **Unterkühlung** spricht man, wenn die **Körperkerntemperatur < 35,7 °C** ist (Holthaus).

Die **Kerntemperatur muss immer ≥ 35 °C bleiben**, wenn ein Taucher der Kälte ausgesetzt wird. Unterhalb dieses Wertes ist mit ernstesten Auswirkungen der Unterkühlung zu rechnen! Es wird vermutet, dass zahlreiche nicht erklärbare Tauchunfälle Folgen von Unterkühlung waren.

Die Wärmeleitfähigkeit des Wassers ist 25 mal größer als die der Luft. Die Folge ist ein starker Wärmeverlust des menschlichen Körpers beim Aufenthalt im kühlen Wasser. Gegenüber Luft wird dem unbedeckten Menschen im Wasser von 25 °C das 4-5fache an Wärme entzogen. Eine Steigerung der Stoffwechselvorgänge auf über das 4-5fache ist aber nicht möglich, daher kommt es bei einer Wassertemperatur < 21 °C zur Absenkung der Kerntemperatur. Ein Taucher muss deshalb in unseren Breiten (Nord- und Ostsee, norddeutsche Seen) immer durch einen dicken Anzug vor starker Auskühlung geschützt werden.

Während bei einem unbedeckten Mensch bei einer Lufttemperatur von +1 °C nach vier Stunden die Körperkerntemperatur noch bei 36 °C liegt, ist sie bei einem gleichlangen Aufenthalt in +1 °C kaltem Wasser bereits auf 25 °C abgefallen. Dieser Wert wird bei einem Aufenthalt in Luft von –6 °C erst nach 14 Stunden erreicht (*nach Stibbe, 1988*).

Die erwartete maximale Überlebenszeit beträgt bei einem unbedeckten Menschen
bei einer Wassertemperatur von 20 °C etwa 25 Stunden,
bei einer Wassertemperatur von 15 °C etwa 6 - 12 Stunden,
bei einer Wassertemperatur von 10 °C etwa 4 - 5 Stunden und
bei einer Wassertemperatur von 0 - 1,5 °C etwa 0,5 - 2 Stunden (*div. Autoren*).

Ein plötzlicher Kältereiz kann zur Bewusstlosigkeit führen.

Kältezittern (Frösteln) erhöht die Wärmeproduktion gegenüber dem Ruhestoffwechsel auf das 4-5 fache. (Produktion von bis zu 70 % der Gesamtwärme durch die Muskelbewegung im Bereich der Körperschale.) Das Kältezittern kann als ein gutes Zeichen gewertet werden, da das kritische Stadium ($T < 34$ °C) noch nicht erreicht wurde. Allerdings kann die Schwelle zum Kältezittern durch Gewöhnung gesenkt werden.

Ein unterkühlter Taucher unterliegt einer schnellen Ermüdung und einem fehlerhaften Urteilsvermögen. Seine Reaktionen auf Notfälle und seine Konzentrationsfähigkeit sind deutlich schlechter. Bei einem Absinken der Kerntemperatur um 0,5 °C bis 0,8 °C lässt die geistige Auffassungsgabe um 10-20 % nach, das Erinnerungsvermögen wird schlecht und Muskelstärke und Geschicklichkeit verschlechtern sich in einem ähnlichem Maße. Die Sicherheit des Tauchers ist damit deutlich gefährdet. Ein **langsam** abkühlender Taucher verfällt langsam in einen Zustand der Stumpfsinnigkeit während er sich noch ausreichend normal fühlt. Die Kombination von Kälte und Müdigkeit ist zu verhindern. Auch nach dem Verlassen des Tauchgewässers verliert der Taucher noch für einige Zeit an Körperwärme ("**after-drop**"); es können sich dann noch immer kritische Situationen entwickeln.

Bei unterkühlten Tauchern ist die Stickstoff-Entsättigung der Gewebe infolge der verminderten Durchblutung (insbesondere in der Körper-Schale) verzögert. Die Gefährdung durch eine **Dekompressionserkrankung** ist dann erhöht.

Stadien der Unterkühlung (klinisch)

(Nach Lafrenz, 1988, bzw. DAN, 1990, bzw. Jessen, 1992, bzw. Muth, 1996)

<p><u>Erregungsphase:</u> 34 - 37 °C</p> <p>(DAN: leichte Hypothermie, 35 - 37 °C; Ehm: 34 - 37 °C)</p>	<p>Muskelzittern (Kältezittern, Kälteempfinden)</p> <p>Klares Bewusstsein Reflexe vorhanden Evtl. gestörte Feinmotorik Atmung vertieft Blasse Haut (Blutgefäße eng gestellt)</p>
<p><u>Erschöpfungsphase:</u> 29 - 34 °C</p> <p>(DAN: mittlere Hypothermie, 32,2 - 35 °C; Ehm, Muth: 27 - 34 °C)</p>	<p>Muskelstarre (Kältezittern lässt nach oder stoppt)</p> <p>Apathisches Bewusstsein (teilnahmslos) Desorientiert Reflexe vorhanden Schmerzempfinden lässt nach Atmung erschwert Puls langsam (30-40 Schläge/min) Müdigkeit, langsame Sprache gestörte Motorik Sehverlust T < 32°C : Handlungen unsinnig, kann nicht mehr gehen</p>
<p><u>Lähmungsphase:</u> < 29 °C</p> <p>(DAN: schwere Hypothermie, ≤ 31,7 °C; Ehm: 22 - 27 °C ; Muth: < 27°C)</p>	<p>Muskeler schlaffung (Kältezittern stoppt)</p> <p>Bewusstsein: komatös (nicht ansprechbar) Puls nicht tastbar</p>

Grundsätzliche Maßnahmen und Erste Hilfe

1. Bergung: Keine aktiven Bewegungen (wie Leiter hinaufklettern), da Peripherie nicht erwärmt werden soll. Bergung waagrecht (z.B. mit Netz). Nicht aufrecht, da ein plötzlicher Wegfall des Wasserdruckes auf den Beinen (bei der senkrechten Bergung) in diesem Bereich zu einer Blutansammlung, Blutdruckabfall und dadurch zum **Bergungstod** führt.

Fallbeispiel:

Ein unterkühlter Taucher war im Wasser am Leben und ansprechbar. Nachdem er in vertikaler Lage in den Hubschrauber gezogen worden war, war er dort scheinbar tot.

2. Sicherstellung der Herz-Kreislauf-Funktion,

möglichst in trockenem Raum,

wenig bewegen,

wenig transportieren, Information über Tauchgang einholen

3. Temperatur feststellen (möglichst rektal),

Unterkühlungsthermometer (normales Thermometer reicht nicht)

4. Erwärmungsmethoden (Therapie der Unterkühlung):

- a. schnelle Erwärmung (Maßnahme: heißes Bad!), falls sich Unterkühlung schnell (< 3 Std.) entwickelt hat (typisch für TAUCHER!)
- b. langsame Erwärmung bei langsamer Unterkühlung

Verfahren und Risiken der Wiedererwärmung (Wärmezufuhr) durch ein warmes Bad

Man beginnt mit einer Wassertemperatur von 35 °C, erwärmt dann innerhalb von 10 Minuten auf 40°C.

Die Temperatur darf keine Werte über 40 °C erreichen!

Die Extremitäten (Arme und Beine) lässt man leicht erhöht außerhalb der Wanne (des Wassers). Durch dieses Verfahren wird einem Blutdruckabfall (Schock) vorgebeugt. Gleichzeitig wird damit verhindert, dass kaltes Blut zum Herzen strömt.

Wenn man Arme und Beine gleichzeitig mit dem Körperstamm ins heiße Wasser legen würde, ergeben sich folgende Komplikationen:

- Erweiterung der Gefäße an den Gliedmaßen
- kaltes Blut strömt in großen Mengen zum Herzen
- dort infolge der niedrigen Temperatur Lähmung der Reizbildung (Sinusknoten)
- Herzstillstand ("Wiedererwärmungsschock")

Die Wiedererwärmungsmaßnahme (Bad) wird beendet, wenn die Körperkerntemperatur wieder Werte größer als 33°C erreicht hat.

Ergänzende Anmerkung:

Heißes Duschen ist nicht so effektiv und der Taucher fühlt sich zu früh erwärmt.

**Ein unterkühlter Taucher im Erregungsstadium darf
bei drohender Gefahr eines Dekompressionsunfalls (langer/tiefer Tauchgang)
nicht heiß baden oder duschen!**

Maßnahmen / Erste Hilfe	
Bei jeder Unterkühlung Arzt hinzuziehen, da bei Wiedererwärmung zusätzliche Komplikationen (insbes. Herzrhythmus-Störungen) nicht selten sind!	
Erregungsstadium	<p>Trockene Kleidung anziehen, Decke umlegen (isolieren), <u>nicht</u> warm reiben, Selbsterwärmung durch Isolation ausreichend.</p> <p>Keinen Alkohol (auf Booten / in kleinen Krankenhäusern: Taucher im Nasstaucheranzug direkt mit dem Anzug ins Bad)</p> <p><u>Wärmezufuhr:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Warme Getränke (Flüssigkeitsverlust ausgleichen) z.B. gezuckerte Früchtetees • Wärmepackungen am Stamm, Leiste, Kopf, Hals • Warmes Bad (40°C); Verfahren siehe oben!
Erschöpfungsstadium	<p>Nasse Kleider <u>vorsichtig</u> entfernen (aufschneiden). Keine akuten, aktiven Bewegungen (Gefahr des "Bergungstodes"). Keine Getränke Vor weiterer Auskühlung schützen (Rettungsfolie o.ä.) und dann in Decken einhüllen. <u>Kein Wärmebad</u> durch Laien (Gefahr des Kreislaufversagens!)</p>
Lähmungsstadium	<p>Atemspende / Herzmassage! (Auch bei scheinbarer Erfolglosigkeit fortführen bis Notarzt übernimmt, vorher keine Todesfeststellung.) Keine passiven Bewegungen. Keinen horizontalen/vertikalen Lagenwechsel. Vollständige Isolation. Transport NAW / Hubschrauber</p>
Körperkerntemperatur > 30 °C	<p>Aktive Wiederbelebung, Tuch mit heißem Wasser auf Brust. Bei Badewanne: Hände und Füße draußen.</p>
Körperkerntemperatur < 30 °C	<p>Wiedererwärmung durch Wärmepackungen (Gummiflaschen, Flaschen mit Warmwasser, möglichst auf Brustkorb, Einwickeln in Woldecken. in Klinik: körperwarme Infusionen, warme Atemluft)</p>

Begriffe:

- "after-drop" weiterer Abfall der Körperkerntemperatur nach Ende des Kälteaufenthaltes durch Zustrom kalten Blutes aus der Peripherie
- "after-fall" Kreislaufkollaps durch Blutdruckabfall beim oder nach dem Bergen (z.B. durch falsche Lagerung, falsche Wiedererwärmung)

Vorbeugende Maßnahmen gegen Unterkühlung

- Es gibt keinen Taucheranzug, der 100%igen Wärmeschutz liefert. (Nasstauchanzüge, Trockentauchanzüge, Anzüge mit Heizung)
- Wassertemperatur $\geq 5^{\circ}\text{C}$, Tauchgang ≤ 30 min, Tiefe ≤ 30 m:
dicker Neoprenanzug ausreichend, gute Passform mit geringer Wasserzirkulation, Long-John-Hose, Jacke mit angesetzter Kopfhaube, (bzw. Overall mit Haube und Weste)
Umkleideraum: warm, windgeschützt.
- Wassertemperatur $< 5^{\circ}\text{C}$:
Trockentauchanzug (Ausnahme: sehr kurzer Tauchgang und warmer, geschlossener Raum am Tauchplatz vorhanden), ausreichend Unterziehzeug, Vollgesichtsmaske, bei langen Tauchgängen: heizbares Unterziehzeug, dicke 3-Finger-Handschuhe.
- Nicht über die Nullzeit tauchen.
- **Taucher vor dem Tauchgang warm halten.**
- Warme Getränke / kalorienreiche Verpflegung, kein Alkohol zum Aufwärmen.
- **'after-drop'-Zeiten minimieren.**
Warmes Bad, warme Dusche, warmes Wasser in den Anzug, nicht in den Wind stellen, winddichte Kleidung über Nasstaucher anziehen (mind. über Körperstamm).
- Zwischen mehreren Tauchgängen genug Zeit zum Aufwärmen einplanen.
Erkennungszeichen für komplette Erwärmung: Schwitzen;
andere subjektive Zeichen sind trügerisch und beziehen sich auf die Hauttemperatur, nicht auf die Kerntemperatur
- Taucherjacke mit Nackenschutz oder Kopfhaube sind wichtiger als Taucherhose, da Nacken und Rumpf besonders vor Kälte zu schützen sind.
- Kreislauf-Sauerstoff-System (z. B. *Wenoll-System*) mitführen (erwärmte Atemluft)

Equivalent wind chill temperature chart

Windgeschwindigkeit [m p h]	5	10	15	20	25	30	35	40
Temperatur [° C]								
+ 4	+ 2	- 1	- 4	- 7	- 9	- 12	-12	- 12
+ 2	- 1	- 7	- 9	- 12	- 12	- 15	- 15	- 17
- 1	- 4	- 9	- 12	- 15	- 17	- 17	- 21	- 21
- 4	- 7	- 12	- 17	- 17	- 21	- 23	- 23	- 26
- 7	- 9	- 15	- 21	- 23	- 26	- 29	- 29	- 29
- 9	- 12	- 17	- 23	- 26	- 29	- 32	- 34	- 34
- 12	- 15	- 23	- 29	- 32	- 34	- 34	- 37	- 37
- 15	- 17	- 26	- 32	- 34	- 37	- 40	- 40	- 43
- 17	- 19	- 24	- 34	- 37	- 43	- 46	- 46	- 48
- 21	- 23	- 32	- 40	- 43	- 46	- 48	- 51	- 51
- 23	- 26	- 37	- 43	- 46	- 51	- 54	- 54	- 57
- 26	- 29	- 40	- 46	- 51	- 54	- 57	- 60	- 60
- 29	- 32	- 43	- 51	- 54	- 60	- 62	- 62	- 65
- 32	- 34	- 46	- 54	- 60	-62	- 65	- 68	-71

Fette Schrift / unterlegte Felder:

Bereich grösster Gefahr, **Fleisch gefriert innerhalb von einer Minute**