

## Gefahren durch kaltes Wasser

### Vorbemerkung

Zur Aus- und Fortbildung der Seenotretter wurde bei der Deutschen Gesellschaft zur Rettung Schiffbrüchiger (DGzRS) ein Merkblatt zu den allgemeinen Gefahren kalten Wassers entwickelt. Die DGzRS ist zuständig für den Such- und Rettungsdienst auf Nord- und Ostsee. Mehr als 1000 Seenotretter sind auf 60 Rettungseinheiten Jahr für Jahr rund 2000 Mal im Einsatz – rund um die Uhr, bei jedem Wetter, finanziert ausschließlich durch freiwillige Zuwendungen. Seit der Gründung 1865 hat die DGzRS rund 86000 Menschen aus Seenot gerettet oder aus Gefahr befreit. Schirmherr der Seenotretter ist der Bundespräsident. Grundlage des genannten Merkblattes war eine Vortragsserie zum gleichen Thema. Zum besseren Verständnis werden hier Hintergrundinformationen ausführlich dargelegt.

Die Darlegungen/Herleitungen und Zeitangaben beziehen sich auf einen Sturz in kaltes Wasser, der unfallbedingt, d. h. plötzlich, unvorhergesehen, ohne mentale Vorbereitung wie zum Beispiel beim Eiswasserschwimmen erfolgt und ohne dass Schutzbekleidung oder eine Rettungswes-

te getragen wird. In jeder Phase kann es zu einem Ertrinkungsunfall bis hin zum Ertrinkungstod kommen.

Nach internationaler Übereinkunft spricht man von kaltem Wasser ab einer Temperatur  $<15^{\circ}\text{C}$  und bei  $<10^{\circ}\text{C}$  von sehr kaltem Wasser.

Die Möglichkeit, nach einem Sturz in kaltes Wasser zu ertrinken, schätzen Experten [1] auf 10% und höher! Und das ist unabhängig von Alter, Fitness- oder Ernährungszustand. Dabei entfallen 50% auf die ersten beiden Phasen, 30% betreffen die Hypothermie und 20% den Rettungskollaps [2]. Damit tritt die Bedeutung der Hypothermie für den tödlichen Verlauf nach Sturz in kaltes Wasser etwas in den Hintergrund.

Die angegebenen Zeiten sind durch Versuche und Analysen von Unglücksfällen gut belegt, dennoch bleiben sie Schätzungen. Sie grenzen zwar den Rahmen für die Zeitabläufe der beschriebenen Phasen und Stadien ab, aber es gibt deutliche Unterschiede in den körperlichen Reaktionen zwischen einzelnen Individuen ► **Abb. 1**.

### Phase 1: „Sofort- oder Kälteschockreaktion“

Diese entsteht durch Kontakt der Thermozeptoren der Haut mit kaltem Wasser. Sie setzt unmittelbar mit Kaltwasserkontakt ein. Sie ist am stärksten ausgeprägt bei Temperaturen zwischen  $10^{\circ}\text{C}$  und  $5^{\circ}\text{C}$ . Die Reaktionen werden nicht heftiger, wenn das Wasser noch kälter ist.

Symptome: massiver initialer Atemzug von 2–3 l, danach folgt eine unkontrollierte Hyperventilation mit einem Atemminutenvolumen (AMV) von z.T. über 100 l/min. Das normale AMV eines erwachsenen Menschen in Ruhe beträgt 6–8 l/min. Die mögliche Inhalation von Wasser führt dann zur respiratorischen Insuffizienz. Vermittelt durch den Sympathikus unseres autonomen Nervensystems kommt es zu Vasokonstriktion, Tachykardie und Blutdruckanstieg. Insbesondere bei kardial vorgeschädigten und älteren Menschen besteht ein hohes Risiko für Herzinfarkt und Schlaganfall [2].

Wenn das Gesicht mit ins Wasser eintaucht, was bei fast jedem unkontrollierten/unvorbereiteten Sturz ins Wasser pas-

### STURZ IN KALTES WASSER<sup>[6,7]</sup>

Gefahr durch Ertrinken nach Sturz in kaltes ( $<15^{\circ}\text{C}$ ) bzw. sehr kaltes ( $<10^{\circ}\text{C}$ ) Wasser (ohne Kälteschutzbekleidung, ohne Rettungsweste)  
Alle Zeitangaben sind lediglich eine grobe Orientierungshilfe.

**3.** **Unterkühlung (Hypothermie):** zunehmender Wärmeverlust, Bewusstlosigkeit, Herzstillstand  
ab 30' bis ???

Grundsätzlich versuchen, weiteren Wärmeverlust durch wenig Bewegung zu reduzieren.

Ausnahme ist das Treiben im Überlebensanzug: Alle 20 Minuten Wassertreten für 5 Minuten durchführen, um Wärme durch Muskelaktivität zu produzieren, die für eine gewisse Zeit im Anzug verbleibt.<sup>[8]</sup>

**1.** **Kälteschockreaktion:** massiver Atemzug, Hyperventilation (Wasserinhalation), Puls und Blutdruck hoch  
0' - 5'  
+ **Tauchreflex:** Atemfrequenz und Puls verlangsamt (wenn zeitgleich das Gesicht unter Wasser gerät)  
= „autonomer Konflikt“: in dieser Phase Gefahr sofortiger und tödlicher Herzrhythmusstörungen<sup>[9]</sup>  
Es sollte versucht werden, die **Atmung (Hyperventilation) unter Kontrolle zu bekommen.**

**2.** **Schwimmversagen:** Reduktion von Kraft und manueller Geschwindigkeit um 60 bis 80% zum Ende dieser Phase  
5' - 30'  
Es sollte versucht werden, **zielgerichtete Handlungen auszuführen, solange die Feinmotorik und ausreichende Kraft der Hände, Arme und Beine noch vorhanden sind.**

Das Überleben auf See hängt von vielen individuell verschiedenen Faktoren ab. Es sind Fälle bekannt, in denen Schiffbrüchige mitunter weit außerhalb der hier angegebenen Werte gerettet wurden und überlebt haben.

**4.** **Rettungskollaps:** in der Zeit unmittelbar vor, während und nach der Rettung

- Der Verunglückte sollte bei der eigenen Rettung möglichst nicht mithelfen, d. h. sich körperlich nicht anstrengen
- schonender (möglichst horizontaler) Transport, ständige Ansprache und Überwachung

**Quellen:**

- [1] Giesbrecht G, Wilkerson J. Hypothermia, frostbite and other cold injuries: Prevention, survival, rescue, and treatment. 2. Aufl. Seattle, Wash.: Mountaineers Books; 2006
- [2] Brown DJA, Brugger H, Boyd J, et al. Accidental hypothermia. N Engl J Med 2012; 367: 1930-1938. doi:10.1056/NEJMr1114208
- [3] Musi ME, Sheets A, Zafren K, et al. Clinical staging of accidental hypothermia: The Revised Swiss System: Recommendation of the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MedCom). Resuscitation 2021; 162: 182-187. doi:10.1016/j.resuscitation.2021.02.038
- [4] Giesbrecht GG. „Cold Card“ to Guide Responders in the Assessment and Care of Cold-Exposed Patients. Wilderness Environ Med 2018; 29: 499-503. doi:10.1016/j.wem.2018.07.001
- [5] Dow J, Giesbrecht GG, Dancz DF, et al. Wilderness Medical Society Clinical Practice Guidelines for the Out-of-Hospital Evaluation and Treatment of Accidental Hypothermia: 2019 Update. Wilderness Environ Med 2019; 30: 547-569. doi:10.1016/j.wem.2019.10.002
- [6] International Maritime Organization. Pocket guide to cold water survival. 4. Aufl. London; 2012
- [7] Golden F, Tipton MJ. Essentials of Sea Survival. Champaign: Human Kinetics; 2002
- [8] Shattock MJ, Tipton MJ. „Autonomic conflict: a different way to die during cold water immersion?“ J Physiol 2012; 590: 3219-3230. doi:10.1113/jphysiol.2012.229864
- [9] Faerвик H, Reinertsen RE, Giesbrecht GG. Leg exercise and core cooling in an insulated immersion suit under severe environmental conditions. Aviat Space Environ Med 2010; 81: 993-1001. doi:10.3357/asm.2824.2010

► **Abb. 1** Merkblatt der DGzRS zu den allgemeinen Gefahren kalten Wassers, Innenseite, Grafik: Stephan Kohfahl. [rerif]

sieren kann, dann löst der Kaltwasserreiz über Rezeptoren des Gesichts und am Naseneingang den Tauchreflex mit einer Bradykardie aus. Diese Reaktion wird über den Parasympathikus vermittelt und ist besonders stark ausgeprägt, wenn versucht wird, die Luft anzuhalten. Das gleichzeitige Auftreten von Kälteschockreaktion und Tauchreflex mit ihren widerstreitenden Reflexantworten führt zum sogenannten „autonomen Konflikt“ und kann lebensbedrohliche kardiale Arrhythmien auch bei sportlich trainierten und gesunden jungen Menschen hervorrufen [3].

Dauer: Sofort einsetzend, mit einem Maximum nach 30 Sekunden, dann langsam abklingend über 3–5 Minuten (Panik verlängert die Kälteschockreaktion!)

## Phase 2: „Schwimmversagen“ (durch zunehmende funktionelle Einschränkung der Extremitäten)

Durch die Sympathikus-getriggerte Vasokonstriktion wird die Durchblutung von Muskulatur und Nerven reduziert. Die Kraft in den Extremitäten sowie die Greiffähigkeit und Geschicklichkeit der Hände sind am Ende dieser Phase um 60–80% reduziert. Eine Faustregel besagt zum Beispiel, dass bei einem Aufenthalt von 5 Minuten in 5°C kaltem Wasser die manuellen Fähigkeiten um  $\frac{1}{5}$  (= 20%) reduziert sind. Wenn man also versucht, sich schwimmend an der Oberfläche zu halten, dann sackt der Körper irgendwann in eine vertikale Körperhaltung ab. Effektive Schwimmbewegungen sind dann nicht mehr möglich [2].

Wichtig ist es also in dieser Phase, zielgerichtete Handlungen auszuführen, die zur Besserung der Situation beitragen. Zu nennen wären hier beispielsweise:

- Korrekturen/Optimierungen an der eigenen Schutzkleidung vornehmen (Wassereintritt an den Armmanschetten begrenzen, Schrittgurt nachziehen, Sprayhood überziehen)
- zusätzlich vorhandene Signal- und Kommunikationshilfsmittel nutzen/aktivieren (Lichtquellen, Notsender, Trillerpfeife)
- Zusammenschluss mit anderen Menschen im Wasser suchen und sich durch Lifejackets oder sonstige Leinen mit-

einander verbinden und gegen Auseinandertreiben sichern

- Heat Escape Lessening Posture (zusammengekauert, ähnlich der Embryonalhaltung) einnehmen (s. u.).

Dauer: bis zu 30 Minuten nach Immersion.

## Phase 3: „Unterkühlung“ (Hypothermie)

Ab 30 Minuten (auch in eiskaltem Wasser) nach Immersion kommt es zunehmend zur Kreislaufzentralisation. Im Wasser ist der konduktive Wärmeverlust am größten. Durch die 25-mal höhere Wärmeleitfähigkeit von Wasser gegenüber Luft der gleichen Temperatur kühlt der menschliche Körper im Wasser 3–4-mal schneller aus als an Land. Durch die Vasokonstriktion soll der Körperkern (Gehirn, Herz, Lunge, Stoffwechselorgane im Abdomen) noch ausreichend mit Wärme versorgt werden. Zu irgendeinem Zeitpunkt danach treten Bewusstseinsverlust und präfinal ein Herzstillstand ein [2].

Erläuterung zur speziellen Situation im Seenotfall: Um den Wärmeverlust zu begrenzen, soll man sich im Wasser so wenig wie möglich bewegen und versuchen, die „Heat Escape Lessening Posture“ (HELP) einzunehmen [2]. Dies kann jedoch nur gelingen, wenn eingeschlossene Luft in der Kleidung für Auftrieb sorgt oder besser, wenn eine Rettungsweste, zumindest aber eine Schwimmweste getragen wird. Auch das Festhalten an im Wasser treibenden Gegenständen hilft. Eine Ausnahme ist das Treiben in einem Überlebensanzug. Es wird empfohlen, alle 20 Minuten Wassertreten für 5 Minuten durchzuführen, um Körperwärme durch Muskeltätigkeit zu generieren. Diese kann dann längere Zeit im isolierten Anzug verbleiben und erhöht die Zeitdauer für das Überleben [4].

Dauer: ab 30 Minuten nach Immersion.

## Phase 4: „Rettungskollaps“

Diese umfasst den Zeitraum unmittelbar vor, während und nach der Rettung (engl. „Circum-Rescue-Collapse“).

Hinweis zur Pathophysiologie des menschlichen Körpers im Wasser: Durch den Wasserdruck wird Blutvolumen aus den Extremitäten in den Thorax verschoben. Das vermehrte Blutangebot ans Herz

erhöht das Auswurfvolumen und konsekutiv werden die Nieren vermehrt durchblutet. Die dadurch verstärkte Urinproduktion (jeder Taucher/jede Taucherin kennt das Phänomen) führt zu einem Volumenmangel. Die Kälte allein setzt außerdem die sogenannte Kältediurese in Gang.

Je länger der Körper im Wasser treibt und die Auskühlung bis hin zur Unterkühlung fortschreitet, desto mehr kommt es unter dem Einfluss der Vasokonstriktion, des Volumenmangels, der Wärmeproduktion und der körpereigenen Katecholaminspiegel zur Ausbildung und Aufrechterhaltung eines minimalen Blutdrucks. Dies geht bis hin zu einer „vita minima“, um überlebensfähig zu bleiben.

Ereignisse vor der Rettung, die zum Ertrinken führen können:

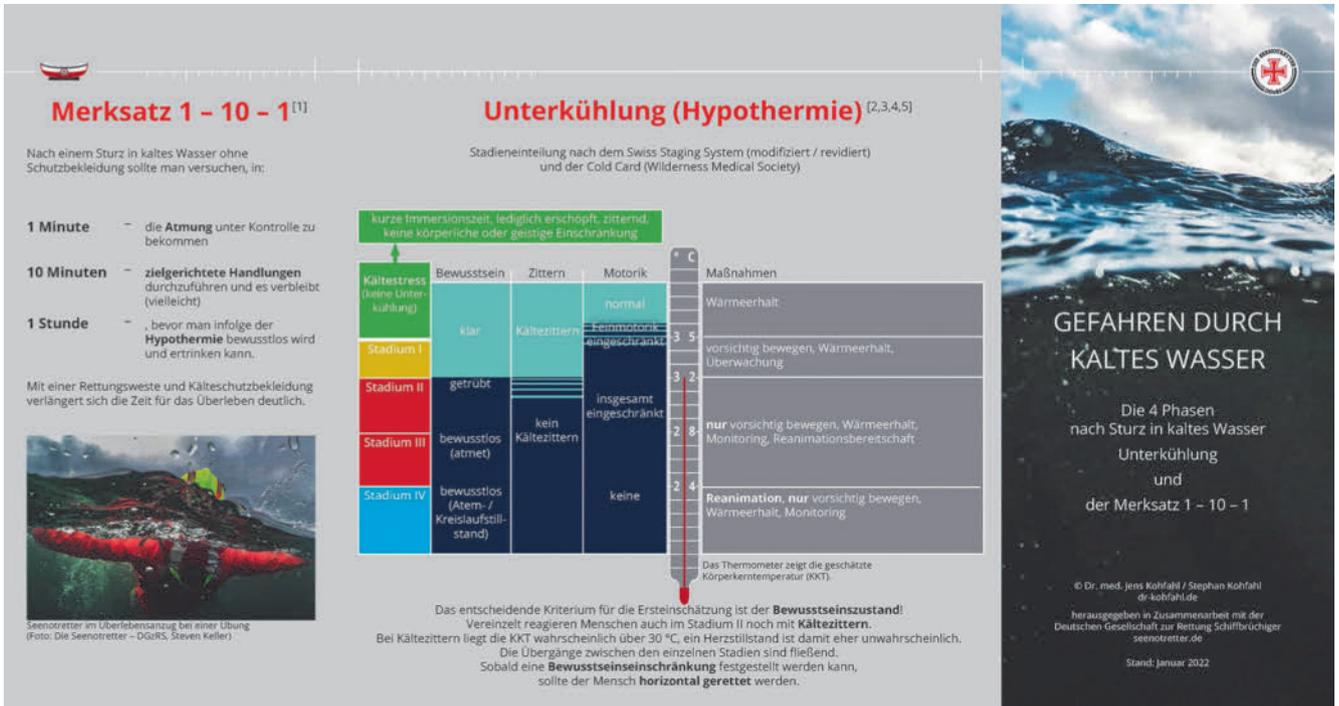
- Auftriebsverlust durch Winken, wodurch Luft in der Bekleidung, die noch für Restauftrieb gesorgt hat, entweicht.
- Abfall der körpereigenen Katecholamine (so wird es vermutet) bei „mentaler Erleichterung“ im Anblick der nahenden Rettung.

Während der Rettung: Der Wegfall des hydrostatischen Druckes auf den Körper beim Herausheben aus dem Wasser führt unter dem Einfluss der nun wieder einsetzenden Schwerkraft zu einem Abfall des Blutdrucks. Das vertikale Hochwischen in den Hubschrauber zum Beispiel verstärkt diesen Vorgang. Medizinisch wird deshalb, wenn immer es technisch möglich ist, eine horizontale Körperhaltung bei der Rettung empfohlen.

Nach der Rettung: Je tiefer unterkühlt ein Mensch ist, desto vorsichtiger sollte dieser angefasst/bewegt werden (Gefahr von Herzrhythmusstörungen durch mechanische Erschütterung und/oder Umverteilung von kaltem Blut zum Herzen).

Schutz vor weiterer Auskühlung ist extrem wichtig! Aktive Wiedererwärmungsmaßnahmen dürfen nur bei bewusstseinsklaren Menschen durchgeführt werden und sollten zu keiner wesentlichen Transportverzögerung führen.

Grundsätzlich besteht die Gefahr, dass sich die peripheren (oberflächlichen venösen) Blutgefäße durch Wärmeapplikation erweitern und es durch den konsekutiven relativen Volumenmangel zum Kreislaufkollaps kommen könnte.



► **Abb. 2** Merkblatt der DGzRS zu den allgemeinen Gefahren kalten Wassers, Außenseite, Grafik: Stephan Kohfahl. [rerif]

Auch die in dieser Phase absinkenden Katecholaminspiegel („ich bin jetzt gerettet“) sind wahrscheinlich für den Blutdruckabfall von Bedeutung. Bei der Betreuung sollte deshalb ein gewisser „Stresslevel“ noch aufrechterhalten werden [2, 5].

Es ist reichlich Evidenz für die endogene Katecholaminsekretion bei Immersion in kaltes Wasser vorhanden. Die Hypothese der abfallenden Katecholaminspiegel im Zusammenhang mit der Rettung ist zwar wissenschaftlich nicht untersucht worden, erscheint jedoch plausibel [2].

## Unterkühlung (Hypothermie)

Die ► **Abb. 2** vereint das modifizierte „Swiss Staging System“ mit 4 Stadien in der revidierten Form und die „Cold Card“ der Wilderness Medical Society, welche die Unterkühlung in eine leichte, mäßige und schwere Form (ohne Temperaturzuordnung) und den „Kältstress“ unterteilt [6, 7, 8]. Unter Kältstress leidet jemand, der nur kurz in kaltes Wasser eingetaucht war. Die Zeitdauer ist nicht präzise festgelegt [9], kann aber aufgrund der Pathophysiologie auf jeden Fall mindestens mit der Dauer der Kälteschockreaktion in Übereinstimmung gebracht werden (ebenso: Ein

frierendes, zitterndes Kind mit blauen Lippen nach längerem Baden im Schwimmbad oder freiem Wasser, das bewusstseinsklar und motorisch nicht eingeschränkt ist, zeigt ebenfalls Symptome von „Kältstress“, es ist aber nicht hypotherm).

Die verwendete Farbgebung bei der Stadieneinteilung versinnbildlicht die Kennzeichnung und Schweregradeinteilung, wie sie auch bei den diversen Vorsichtungs-algorithmen verwendet wird.

Die Bestimmung der Körperkerntemperatur (KKT) ist am Einsatzort und für die Erstbehandlung ohne Bedeutung. Die korrekte Bestimmung müsste mittels Sonden erfolgen (ösophageal, intravesikal oder tief rektal) und setzt entsprechendes Material und Anwendererfahrung voraus. Die üblichen Messverfahren sind in der Regel nicht geeignet und fehleranfällig (kalte Körperoberflächen, Wasser im Gehörgang).

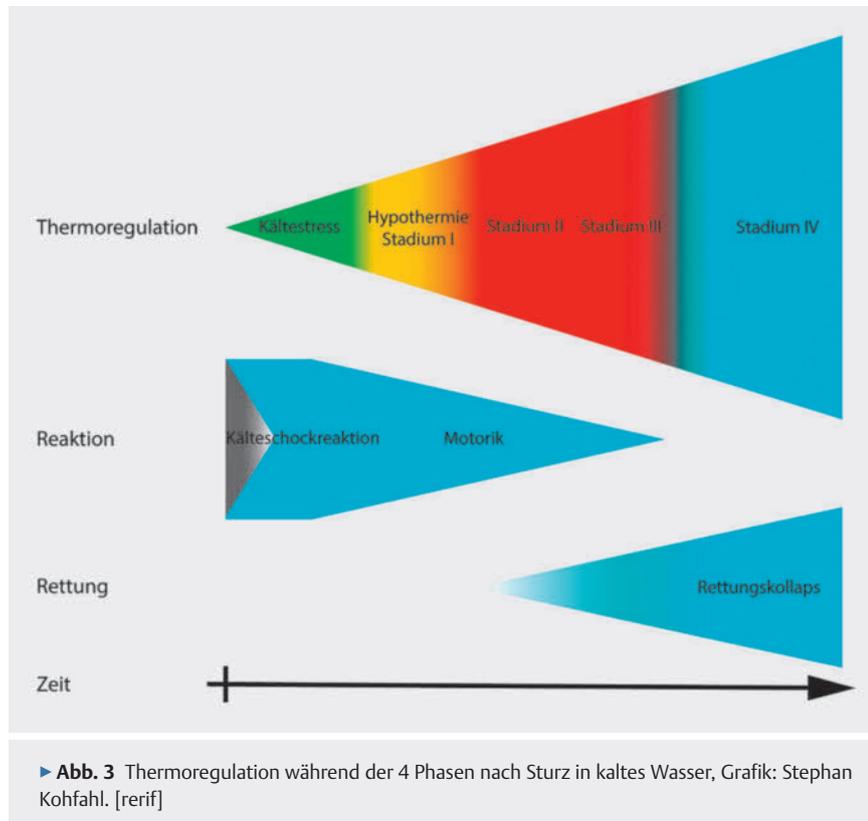
Die Einschätzung des Unfallopfers orientiert sich am klinischen Erscheinungsbild und hier in erster Linie am Bewusstseinszustand. Das Schema trägt der Tatsache Rechnung, dass vereinzelt Menschen auch noch im Stadium 2 Kältezittern zeigen, die man primär für weniger stark unterkühlt und gefährdet eingeschätzt hätte. Hier hilft der „eingetrübte“ Bewusstseinszu-

stand in der Beurteilung weiter. Grundsätzlich kann man aber annehmen, dass bei Kältezittern die KKT >30 °C liegt und ein unvermittelt eintretender Herzstillstand damit eher unwahrscheinlich ist [9].

Die Autoren haben auf eine Unterscheidung des Bewusstseinszustandes nach dem WASB- (Wach und ansprechbar – Ansprache – Schmerzreiz – Bewusstlos) oder AVPU-Schema (Alert – Voice – Pain – Unresponsive) verzichtet und diesen lediglich beschrieben. Die Schraffierung in der Grafik hebt hervor, dass die Übergänge zwischen den Stadien fließend sind. In der rechten Spalte sind die primären Handlungsmaßnahmen stichwortartig zusammengefasst.

Die nachfolgende ► **Abb. 3** versucht, die eingangs beschriebenen Phasen nach Sturz in kaltes und die Auswirkungen der Thermoregulation durch kaltes Wasser in Übereinstimmung zu bringen. Da die Zeitverläufe interindividuell verschieden und zudem die Übergänge zwischen den einzelnen Phasen und Stadien fließend sind, wurde auf die Skalierung der Zeitschiene verzichtet.

Aus dieser Darstellung lässt sich auch die Kernaussage des Merksatzes 1 - 10 - 1 ableiten. Kurz und prägnant lassen sich



hiermit die ersten 3 Phasen nach Kaltwasserimmersion ins Gedächtnis rufen. Dieser Merksatz dient dem Unfallopfer selbst als Hilfe. Er beschreibt gut merkbar und zusammengefasst die Handlungen, die man durchführen muss, um eine bessere Überlebenschance nach Sturz in kaltes Wasser zu haben [10]. Er besagt, dass man in 1 Minute die Atmung unter Kontrolle bekommen soll (Panik muss unbedingt vermieden werden!). Dann verbleiben 10 Minuten für zielgerichtete (manuelle) Tätigkeiten und es dauert vielleicht 1 Stunde, bevor man infolge der Hypothermie bewusstlos wird und ertrinken kann.

Konsequenzen für den Alltag: Für alle Rettungskräfte, Berufsseeleute, Hafenarbeiter und Freizeitsportler, die sich nahe an einer Wasserkante aufhalten gilt: Immer eine Rettungsweste (mit Schrittgurt versehen) tragen! Bei erhöhtem Gefährdungspotenzial (Rettungs- und Hilfeleistungseinsätze, Schlechtwetter szenarien etc.) und in jedem Falle bei Wassertemperaturen ab

< 15 °C sollten Einsatzkräfte zusätzlich mit einer Kälteschutzbekleidung ausgerüstet sein.

### Interessenkonflikt

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

### Autorinnen/Autoren

#### Dr. med. Jens Kohfahl

Facharzt für Allgemeinmedizin/Notfallmedizin in Cuxhaven. Notarzt bei der DGzRS.

#### Holger Schwalbe

Facharzt für Anästhesie/Notfallmedizin. Ärztlicher Leiter Rettungsdienst der DGzRS (Bremer)

#### Stephan Kohfahl

Oberbrandinspektor, B. Eng., BF Bremerhaven.

### Korrespondenzadresse

#### Dr. med. Jens Kohfahl

Facharzt für Allgemeinmedizin/  
Notfallmedizin  
Strichweg 78  
27472 Cuxhaven  
Deutschland  
jens.kohfahl@gmx.de

### Literatur

- [1] Tipton MJ. Persönliche Mitteilung
- [2] Golden F, Tipton MJ. Essentials of Sea Survival. Champaign: Human Kinetics; 2002
- [3] Shattock MJ, Tipton MJ. 'Autonomic conflict': a different way to die during cold water immersion? J Physiol 2012; 590: 3219–3230. doi:10.1113/jphysiol.2012.229864
- [4] Faerøvik H, Reinertsen RE, Giesbrecht GG. Leg exercise and core cooling in an insulated immersion suit under severe environmental conditions. Aviat Space Environ Med 2010; 81: 993–1001. doi:10.3357/ASEM.2824.2010
- [5] International Maritime Organization. Pocket Guide For Cold Water Survival. 4 ed. London: International Maritime Organization; 2012
- [6] Musi ME, Sheets A, Zafren K et al. Clinical staging of accidental hypothermia: The Revised Swiss System: Recommendation of the International Commission for Mountain Emergency Medicine (ICAR MedCom). Resuscitation 2021; 162: 182–187. doi:10.1016/j.resuscitation.2021.02.038
- [7] Brown DJA, Brugger H, Boyd J et al. Accidental hypothermia. N Engl J Med 2012; 367: 1930–1938. doi:10.1056/NEJMra1114208
- [8] Giesbrecht GG. "Cold Card" to Guide Responders in the Assessment and Care of Cold-Exposed Patients. Wilderness Environ Med 2018; 29: 499–503. doi:10.1016/j.wem.2018.07.001
- [9] Dow J, Giesbrecht GG, Danzl DF et al. Wilderness Medical Society Clinical Practice Guidelines for the Out-of-Hospital Evaluation and Treatment of Accidental Hypothermia: 2019 Update. Wilderness Environ Med 2019; 30: S47–S69. doi:10.1016/j.wem.2019.10.002
- [10] Giesbrecht GG, Wilkerson J. Hypothermia, Frostbite and other Cold Injuries: Prevention, Survival, Rescue, and Treatment. 2 ed. Seattle, Wash.: Mountaineers Books; 2006

### Bibliografie

Notarzt 2023; 39: 67–70  
DOI 10.1055/a-1921-6038  
ISSN 0177-2309  
© 2023. Thieme. All rights reserved.  
Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14,  
70469 Stuttgart, Germany