

Risiko Kanuwandern V

Kältetod nach Kenterung auf dem Brahmsee

- Analyse einer Kenterung im Winter -

Text: Dr. med. Mark Huber und Udo Beier (18/01/05)

Bezug: www.kanu.de/nuke/downloads/Seenotfallanalyse-V.pdf

Teil I: Der Kenterunfall

- Unfallursachen
- 1. Gewässerbedingungen
- 2. Ausrüstung
- 3. Fähigkeiten & Verhaltensweisen

Teil II: Medizinische Beurteilung

- Statistische Daten
- Immersion & Submersion
- 1. Stressphase
- 2. Lähmungsphase

Nur eine Frage der Zeit ...

In den Medien wurde über eine Kenterung mit tödlichen Folgen auf dem in Schleswig-Holstein gelegenen Brahmsee (ca. 2,8 km lang und max. 600 m breit) berichtet. Auch wenn es sich dabei um einen Unfall auf einem Binnensee gehandelt, sind die daraus abgeleiteten Folgerungen für das Küstenkanuwandern nicht irrelevant.

Teil 1: Der Kenterunfall

Zwei Bremer Kanuten (19 Jahre) paddelten während eines Urlaubs, den sie zu viert im Ferienhaus am Rande des Brahmsees verbrachten, am 8.01.05, ca. 15.30 Uhr, d.h. ca. 50 Minuten vor Sonnenuntergang, in einem offenen „Bavaria“-Zweier ohne Schwimmwesten bei Sturm mit Böen bis 12 Bft. (Orkan) auf den 4° bis 5° C kalten See hinaus. Sie kenterten und fielen aus ihrem Zweier. Augenzeugen beobachteten die Kenterung ebenso wie die zwei Freunde an Land, die in ein am Ufer liegendes Ruderboot stiegen und versuchten, den beiden Gekenterten zu Hilfe zu eilen. Wegen des Winddrucks hatten sie jedoch enorme Schwierigkeiten, ihre am gekenterten Kajak hängenden Freunde zu erreichen. Als der Abstand zwischen Ruderboot und Zweier nicht mehr sehr groß erschien, ließen die beiden im Wasser hängenden Kanuten ihren Zweier los und versuchten schwimmend das Ruderboot zu erreichen. Unterwegs versagten plötzlich ihre Kräfte und beide versanken im Wasser. Die beiden Ruderer trieben mit ihrem Ruderboot über den See. Bald darauf eingeleitete intensive Suchmaßnahmen durch die Polizei, den Bundesgrenzschutz und die DLRG blieben erfolglos. Das ebenfalls alarmierte Marinefliegergeschwader in Kiel konnte wegen des Orkans die SAR Hubschrauber des Typs „Sea King“ nicht einsetzen. Ein paar Tage später wurden die beiden Kanuten tot aus der Mitte des Sees geborgen.

Unfallursachen

Ein solcher Kenterunfall mit tödlichem Ausgang hat meist mehrere Ursachen:

1. Gewässerbedingungen

Wind ab 9 Bft. ermöglicht meist kein kontrolliertes Paddeln mehr. Die Windprognosen an dem Tag sprachen von Böen bis 12 Bft. Aber spätestens bei einem 6-7er Wind (Starkwind), der ungehindert über das Wasser wehen kann, geraten die meisten Kanuten an ihre persönlichen Grenzen, egal ob sie nun im Kajak sitzen und paddeln oder neben dem Kajak schwimmen und versuchen, wieder zurück in die Sitzluke zu krabbeln.

Eigentlich ist es – entsprechende Zurechnungsfähigkeit vorausgesetzt - schlichtweg unvorstellbar, dass die beiden Kanuten bei einem auflandigen Wind ab 7 Bft. aufs Wasser gefahren wären, und wenn doch, dann wären sie nicht weit hinaus gekommen, sondern hätten eher dicht am Rand des Ufers in den brechenden Wellen „gespielt“, d.h. Erfahrungen gesammelt. Es handelte sich aber um einen mehr oder weniger zum Ufer parallel wehenden Wind, wobei der Startpunkt etwas windgeschützter lag. Dadurch werden am Ufer Stehende darüber getäuscht, wie böig und wellig es draußen auf dem Wasser ist, wenn keine Landabdeckung mehr für Wind- und Wellenschutz sorgt und die Wirkstrecke des Windes über das Wasser größer ist.

Die jungen Leute haben vermutlich nicht mit einer Kenterung gerechnet oder aber sie haben die Gefahren total unterschätzt, sodass sie sich sicherlich auch keine Gedanken darüber machten, welche ganz geringe Chance sie hätten, wenn sie im 4° bis 5° C kalten Wasser schwimmen müssten. Man kann auch vermuten, dass den beiden Kanuten ebenfalls nicht die Folgen bewusst waren, was wäre, wenn sie kenterten und im **Wasser** aussteigen müssten. Die Kenntnis der folgenden **Kaltwasser-Faustformel** (gültig für Wassertemperaturen von 10° C und weniger für Kanuten, die keine Kaltwasserschutzkleidung tragen) hätten ihnen daher auch nichts genützt:

Nutzzeit (in Minuten) = Wassertemperatur (in Grad Celsius)

Quelle: Schenk (1995)

d.h. auf den Brahmsee übertragen, der zu dieser Jahreszeit eine Wassertemperatur von ca. 4° bis 5° C hat, verbleiben einem, wenn man keinen entsprechenden Kälteschutz trägt, nach einer Kenterung mit Ausstieg durchschnittlich ca. 4 bis 5 Minuten, während der man mit eigener Kraft ins Kajak bzw. in ein Rettungsboot gelangen kann oder das Ufer schwimmend erreichen könnte. Danach ist man auf Hilfe Dritter angewiesen.

Zugegeben, wer durchtrainiert oder etwas korpulenter ist, hat ein paar Extra-Minuten; wer aber schon vom Paddeln erschöpft, ausgekühlt und ausgehungert oder gesundheitlich oder gar durch Alkohol angeschlagen ist, der bekommt schon früher Probleme.

Die Kenterung erfolgte sehr bald nach ihrem Start. Ob die beiden sich hätten retten können, wenn ihnen der Wiedereinstieg in ihren Zweier gelungen wäre, kann bezweifelt werden; denn durch den Kaltwasserkontakt geschwächt, wären sie erst recht nicht mehr in der Lage gewesen, den randvoll mit Wasser gefluteten Zweier so zu stabilisieren, dass eine erneute Kenterung hätte verhindert werden können.

2. Ausrüstung

Beim Küstenkanuwandern gehören **Seekajaks**, die entsprechend „**kentertüchtig**“ sind, d.h. über zumindest eine doppelte Abschottung, auf dem Deck befestigten Rettungshalteleinen und eine Lenzpumpe verfügen, zum Standard. Ob dieser Standard auch auf jedes **Großgewässer** zu übertragen ist und ob der Brahmsee schon als Großgewässer einzustufen ist, darüber kann man sich streiten. Auf alle Fälle ist der Brahmsee kein Kleinfluss, dessen rettendes Ufer in unmittelbarer Nähe sich befindet. Auch hängen die Anforderungen an die Ausrüstung von den Gewässerbedingungen ab. Bei max. 3-4 Bft. Wind und Schwimmbadwassertemperaturen braucht im allgemeinen ein Kajak, dass auf einem **kleineren Binnensee** eingesetzt wird, nicht kentertüchtig im obigen Sinn sein. Eigentlich reicht es dann aus, wenn das Kajak mit zwei Spitzenbeutel versehen ist, die so aufgeblasen und befestigt sind, dass sie bei einer Kenterung nicht verloren gehen können. Sie bewahren das Kajak vor dem Versinken und bieten den gekenterten Kanuten die Möglichkeit, sich daran festzuhalten.

Ob nun ein Seekajak den beiden Kanuten etwas genutzt hätte, mag bezweifelt werden. 12 Bft. Wind sind eigentlich nicht mehr mit einem Kajak zu meistern. Spätestens ab einem 8er

Wind auf einem Großgewässer herrschen für alle Kanuten, d.h. auch für die Experten unter uns, absolute „**NoGo**“-**Bedingungen** vor. D.h. ab dann kann nur noch mit größtem Risiko gepaddelt werden und das auch nur dann, wenn man sein Revier mit seinen „Schlupflöchern“ genau kennt. Spätestens ab einem 9er Wind wird man zumeist einfach umgeblasen, sobald man auf der Luvseite das Paddelblatt anhebt. Ein Seekajak hilft da wenig und ein Zweier, der sonst recht stabil auf dem Wasser liegt, auch nicht. Lediglich im Falle der Kenterung verfügt in der Regel ein Seekajak mit seiner doppelten Abschottung über mehr Auftrieb, sodass es u.U. den gekenterten Kanuten ermöglicht hätte, ihren Oberkörper aufs Deck zu legen und ihn somit vor dem kalten Wasser zu schützen; denn im Wasser soll man unter gleichen Temperaturbedingungen mindestens 25x schneller auskühlen! Ob der dann einsetzende **Windchill**, der bei 12 Bft. Wind und knapp +10° C Lufttemperatur erheblich ist, diesen Vorteil wieder zunichte macht, kann an dieser Stelle nur vermutet werden (vgl. Tab.1). Zumindest hätte eine winddichte Regenbekleidung (Jacke wie Hose) schon für einen gewissen Anfangsschutz gegen die Auskühlung vor dem Wind geboten.

Tab. 1: Auskühlungseffekt des Windes (Windchill)

Windstärke	tatsächliche Lufttemperatur		
	0°C	+5°C	+10°C
	empfundene Lufttemperatur		
3 Bft.	-9°C	-2°C	+4°C
5 Bft.	-15°C	-8°C	0°C
8 Bft.	-19°C	-11°C	-3°C

Quelle: Urbach (1994)

Wie viel Bft. Wind hätten nun die beiden Kanuten mit ihrem offenen Zweier sicher beherrschen können? Das hängt im Wesentlichen von ihrem paddlerischen Können ab. Sollte der offene Zweier jedoch zu solch einem Typ gehören, der nicht über 2 Sitzluken, sondern über **1 große „Badeluke“** verfügt und war diese große Luke nicht mit einer entsprechend großen **Spritzdecke** geschützt, kann man schon bei mäßigem Wind in Schwierigkeiten geraten. Ab 4 bis 5 Bft. Wind beginnen die Wellen zu brechen und wenn dann das Kajak nicht über genügend Freibord verfügt, läuft es langsam aber sicher voll.

Bei Luft- und Wassertemperaturen von +10° C und weniger sollte man nur paddeln, wenn man entsprechend „**kältetüchtig**“ ist. D.h. eine entsprechende **Kälteschutzbekleidung** sollte zum Standard gehören, und zwar unabhängig davon, auf welchem Gewässer gepaddelt wird. Je größer bzw. je wilder das Gewässer wird und je länger es dauert, nach einer Kenterung einen warmen Platz aufzusuchen, desto besser sollte der Kälteschutz sein. Hätten die beiden einen Trockenanzug mit Fülllingen, eine Neokappe (ca. 30% des Wärmeverlusts soll über den Kopf erfolgen!) und Neohandschuhe getragen, wären ihre Überlebenschancen weitaus größer gewesen. Für den Brahmsee hätte sogar ein Neoanzug (Longjohn plus Jacke) für den nötigen Schutz gesorgt. Vgl. hierzu Tab. 2, wobei eine Paddeljacke mit offenem Halsabschluss und eine Regenhose mit Gummibandabschluss an Beinen und Taille sicherlich für einen geringeren Schutz sorgen als ein beschädigter Trockenanzug.

Tab.2: Zeit zwischen Handlungsunfähigkeit und Herzstillstand bei unterschiedlicher Bekleidung (Min./Max.-Werte)

(Basis: 6,1° C Wassertemperatur - raue See) (* T = Kerntemperatur)

Bekleidung	Handlungsunfähigkeit (T=34°C)*	Bewusstlosigkeit (T=30°C)	Herzstillstand (T= 25°C)
a) leichte Kleidung	0,4 - 1,3 Std.	0,8 - 2,6 Std.	1,3 - 4,3 Std.
b) 4,8 mm Neo	1,6 - 4,7 Std.	3,1 - 9,9 Std.	4,9 - 16,2 Std.
c) Trockenanzug mit dicker Fleecewäsche	2,9 - 8,8 Std.	5,7 - 18,2 Std.	9,1 - 30,0 Std.
d) wie c) jedoch mit 5cm Riss in der linken Schulter	0,9 - 2,7 Std.	1,6 - 5,2 Std.	2,5 - 8,4 Std.

Quelle: Steinman/Kubilis (1990)

Die beiden Kanuten waren auch nicht mit einer **Schwimm- bzw. Rettungsweste** ausgerüstet. Ein solcher Schwimmauftrieb hätte nicht nur den beiden geholfen, sich höher aus dem Wasser herauszuhalten, sondern auch dafür gesorgt, dass sie nicht nach Eintritt der Handlungsunfähigkeit sofort im Wasser versunken wären. Übrigens, eine Rettungsweste bietet zusätzliche „**Ohnmachtsicherheit**“, d.h. sie hält den Kopf eines Bewusstlosen aus dem Wasser, sodass dieser nicht so schnell ertrinken kann (vgl. Tab. 3).

Tab. 3: Überlebenszeit bei 50%-iger Überlebensrate in Abhängigkeit vom Auftriebsmittel

Wassertemperatur	ohne Auftriebsmittel	mit Auftriebsmittel
+05° C	3 Std.	17 Std.
+10° C	6 Std.	über 24 Std.

Quelle: INM Report, No. 97011 (1997)

Hier muss noch für die Überlebenschancen als mindernd und nachteilig angeführt werden, dass die zum Unglückszeitpunkt herrschenden Orkanböen Wasserfahnen hochrissen und für eine Schicht dichten, fliegenden Wassers (Gischt) sorgten. Dadurch besteht selbst für Schwimmer mit Rettungsweste durch das Einatmen von Gischt zusätzliche Ertrinkungsgefahr, die nur durch eine **Spraycap** gemildert werden kann.

Last not least sollten hier noch **Signalmittel** angesprochen werden. In diesem konkreten Fall waren sie seitens der beiden Kanuten nicht nötig, da ihre Kentern sofort vom Land aus beobachtet wurde. Ansonsten hätten die beiden nur eine Chance gehabt, auf ihren Notfall aufmerksam zu machen, wenn sie über ein wasserdicht verpacktes **Handy** verfügt hätten. Gegebenenfalls hätte auch ein „**Nico-Signal**“ genügt. Zumindest war das Ufer so besiedelt, dass ein Handy- bzw. Sicht-Kontakt wahrscheinlich gewesen wäre. Außerdem wäre es von großem Nutzen gewesen, wenn die beiden Freunde, bevor sie ins Ruderboot stiegen, per Handy einen Notruf abgesetzt hätten, egal nun ob 110 (Polizei) bzw. 112 (Feuerwehr). Die DGzRS dagegen lässt sich nur im direkten Nahbereich der Küste über 124124 alarmieren (Seenotrettung).

3. Fähigkeiten & Verhaltensweisen

Hätten bestimmte Fähigkeiten und Verhaltensweisen die beiden Kanuten vor dem Tod bewahren können?

Was die nötige **Paddeltechnik** betrifft, wären u.U. sehr erfahrene Kanuten nicht so schnell von einer 12er Windböe zum Kentern gebracht worden, weil diese nämlich spätestens draußen auf dem Wasser sofort Folgendes erkannt hätten:

- Erstens darf auf der Luvseite das Paddelblatt nicht aus dem Wasser genommen werden, ansonsten würde die Böe das Paddelblatt hochreißen und das Kajak zum Kentern bringen.
- Zweitens muss man sich stark zum Wind hin legen, damit man nicht zur Leeseite hin umgeblasen wird. Dabei muss man mit dem Paddel so stützen, dass man nicht zur Luvseite kentert.
- Drittens muss man sehen, dass man möglichst umgehend einen achterlichen Kurs einnimmt, und versuchen, diesen Kurs so lange zu halten, bis man ans Ufer getrieben wird. Ein Kajak mit Steuer hätte sicherlich das Kurshalten erleichtert.

Da der Zweier **solo** unterwegs war, fiel die Möglichkeit aus, dass zwei Kajaks sich per „**Päckchen**“ so hätten stabilisieren können, dass eine Kentern verhindert worden wäre. Das setzt aber voraus, dass die Kanuten vor Eintritt der kritischen Lage die Kentergefahr erkannt und dass die Kajaks über entsprechende Rettungshalteleinen verfügt hätten.

Auf See sind die Bedingungen jedoch meist schon bei starkem Wind oberhalb 6 Bft. je nach Steilheit der Wellen(Brecher) und abhängig von den örtlichen Verhältnissen (Tiefe, Windwirkstrecke) so schwierig, daß auch ein Päckchen übereinander geworfen bzw. auseinander gerissen werden kann.

Die Beherrschung einzelner **Rettungstechniken** hätte bei den Gewässerbedingungen nicht mehr viel gebracht. Ein Wiedereinstieg, z.B. per Paddelfloat hätte garantiert nicht funktioniert. Eine „bombensichere“ Rolle, hätte, wenn man zur Luvseite aufgerollt wäre, wohl geklappt, allerdings wohl kaum in einem solchen Zweier. Abgesehen davon hätte sicherlich die nächste Orkanböe die Kanuten sofort wieder umgeweht.

Was bleibt ist die Kenntnis, wie man sich im kalten Wasser verhält. Wer sich im Wasser zusammenkauert (sog. „**Embryo-Haltung**“), statt herum zu schwimmen, soll seine Überlebenszeit um bis zu 30-50% erhöhen können! Zurückzuführen ist das darauf, dass sich zum einen das in der Kleidung bildende Warmwasserpolster bei fehlender Bewegung länger hält. Zum anderen verliert der Körper weniger Wärme, wenn er nicht bewegt wird. Deshalb sollte man nach einer Kenterung am gekenterten Kajak bleiben und auf Hilfe warten. Ein **Schwimmen** Richtung des rettenden Ufers sollte nur in Erwägung gezogen werden, wenn das Ufer innerhalb der verbleibenden „**Nutzzeit**“ (d.h. bei 5° C sind das 5 Min.) erreicht werden kann. Dabei muss man sich im Klaren sein, dass man mit Bekleidung weit weniger schnell schwimmen kann, als man es sonst mit Badehose gewohnt ist.

Aber wie weit sollte man sich bei solchen Wassertemperaturen in Verbindung mit Gewässerbedingungen, bei denen eine Kenterung nicht ausgeschlossen werden kann, vom Ufer entfernen? Wir gehen davon aus, dass bei Gegenwind, Seegang und lockerer Bekleidung (z.B. Paddeljacke, keine eng anliegende Hose, Schuhe, Spritzdecke, Schwimmweste) ein ungeübter, durch Kenterung und Kälte geschwächter Schwimmer auf einem strömungslosen Gewässer ungünstigenfalls nur 5 Meter je Minute (!) zurücklegen wird. Aufbauend auf die obige „**Nutzzeit-Formel**“ könnte man dann für Kanuten, die weder „kälte- noch kentertüchtig“ sind, die folgende „**Abstands-Formel**“ (gültig bis 10° C Wassertemperatur) ableiten:

Abstand vom Ufer (in Metern) = 5-fache Wassertemperatur (in Grad Celsius)

Unter „**Ufer**“ ist dabei ein „sicheres“ Ufer zu verstehen, d.h. ein Ufer, das von der Wasserseite aus betreten und von dem aus zu Fuß Hilfe geholt werden kann. Dagegen können folglich:

- ein **Steilküstenabschnitt**, welcher nicht zu Fuß begehbar ist bzw. der aufgrund vorgelagerter brechender bzw. kreuzender Wellen nur mit großem Abstand befahrbar ist,
- aber auch undurchdringlicher **Schilfbewuchs**,
- weit auf die See hinausreichende **Fischerreusen**, die zu umfahren sind,
- oder ans Ufer getriebene **Eisschollen**, die unüberwindbar sind,

nicht als ein „sicheres“ Ufer verstanden werden. Die Befahrung entlang eines solch „**unsicheren**“ **Ufers** wäre daher für einen nicht entsprechend ausgerüsteten und ausgebildeten Kanuten - sofern für ihn eine Kentergefahr bestände - nicht zu empfehlen, da einfach zu riskant.

Die beiden Kanuten sind zumindest anfangs bei ihrem gekenterten Kajak geblieben. Leider haben sie nicht konsequent ausgeharrt, bis ihre Freunde sie im Ruderboot erreicht haben. Stattdessen versuchten sie Richtung Ruderboot zu schwimmen. Da ihre „Nutzzeit“ sicherlich schon abgelaufen war, hatten sie praktisch kaum eine Chance, das Ruderboot schwimmend zu erreichen. Und wenn sie es erreicht hätten, wären sie noch längst nicht gerettet. Die beiden Ruderer hätten nämlich die äußerst geschwächten Kanuten in ihr kleines, offenes

Ruderboot ziehen müssen. Ob das bei den Windböen und dem dabei auftretenden Seegang möglich gewesen wäre, ist stark zu bezweifeln.

Teil 2: Medizinische Beurteilung

Die Ursache für das plötzliche Untergehen der beiden Kanuten ist auf **akzidentelle Hypothermie** (= unbeabsichtigtes Erniedrigen der Körperkerntemperatur $< 35^{\circ}\text{C}$) zurückzuführen. Je nach Unterhautfettgewebe, Trainings-, Gesundheits- und Ernährungszustand laufen die pathophysiologischen Prozesse bei **Unterkühlung** mit unterschiedlicher Geschwindigkeit ab. Wir Kanutinnen und Kanuten sollten uns allerdings davor hüten, zu hoffen, dass bei einem selber die Folgen der Unterkühlung später auftreten und sich selbst ohne Training zur Riege der Eistaucher oder Kanalschwimmer zu zählen. Warum sollten die Gesetze der Naturwissenschaft ausgerechnet bei uns nicht gelten?

Statistische Daten

In der Regel stirbt man im Wasser nicht an Unterkühlung, sondern letztlich durch Ertrinken. Die Unterkühlung schwächt einen so sehr, dass man irgendwann, i.d.R. nach Eintritt der Bewusstlosigkeit, nicht mehr in der Lage ist, seinen Kopf über Wasser zu halten.

Leider fängt jede Krankheitsdarstellung mit Häufigkeitsangaben an und leider war der Satz: "Das Häufige ist häufig" wieder einmal wahr. Im Jahr 2000 ertranken in Deutschland 429 Personen, 2001: 520 Personen, 2002: 598 Person, 2003: 644 Personen. Ertrinken ist damit die dritthäufigste Unfalltodesursache in Deutschland. Nach Gries können 2 Risikogruppen identifiziert werden:

- Kleinkinder mit einer maximalen Gefährdung zwischen 2,5 und 3,5 Jahren (Ertrinken ist zweithäufigste Todesursache dieser Altersgruppe überhaupt).
Ursache: Neugierde und Entdeckungstrieb des Kleinkindes.
- Die Altersgruppe der 20- bis 35-Jährigen. Männeranteil hierbei: 90 %!
Ursache: zunehmende Risikobereitschaft, Mutproben, häufig Drogen und Alkoholeinfluß.

Die beiden verunglückten Kanuten gehörten folglich zu einer klassischen Risikogruppe. Natürlich sagen Statistiken nichts über die individuellen Umstände und tragischen Einzelschicksale der Betroffenen aus. Die fatale Fehlentscheidung bei Orkanböen zu paddeln, lässt allerdings Rückschlüsse auf eine fehlende Risikobewertung zu.

Immersion & Submersion

Warum konnten die Verunglückten das Ruderboot nicht mehr erreichen? Um das zu beantworten, sollte man wissen, was bei Immersion (Eintauchen des Körpers ohne Kopf) bzw. Submersion (Eintauchen des Körpers einschl. Kopf) in Kaltwasser passiert.

Durch die **Stoffwechselreaktionen** unserer Zellen entsteht Wärme, welche über die Haut durch Konvektion (Strömung, Wind), Konduktion (Wärmeleitung, z.B. kalter Boden, Wasser), Evaporation (Verdunstung, z.B. Schwitzen) und Radiation (Strahlung) an die Umgebung abgegeben wird. Verschiedene Regelmechanismen in unserem Körper halten Wärmeabgabe und -produktion im Gleichgewicht, sodass eine konstante Körpertemperatur zwischen 36°C und 37°C besteht.

1. Stressphase

Die Wärmeleitung und damit der Verlust an Körperwärme ist im Wasser um mindestens den Faktor 25 höher! Aufgrund des raschen Wärmeverlusts reagiert das zentrale Nervensystem

mit einer **Gefäßverengung** (Vasokonstriktion) der peripheren Blutgefäße. D.h. die Arterien in den Armen und Beinen ziehen sich zusammen, die Hautdurchblutung wird somit erheblich reduziert. Dadurch erzielt der **Körper** eine um das **6-fache** gesteigerte **Isolation**. Der Körper ist bestrebt, die Durchblutung und Körperkerntemperatur der absolut überlebenswichtigen Organe Herz, Nieren, Gehirn u.a. aufrechtzuerhalten und reduziert hierfür die **Durchblutung von insbesondere Armen, Beinen und Haut**.

Zusätzlich wird versucht durch **Muskelzittern** vermehrt Wärme zu produzieren. Hierdurch steigt zunächst der Stoffwechsel und der Sauerstoffverbrauch um das 3-fache an, es kommt zu starker **Pulsbeschleunigung** (Tachycardie), das Herzzeitvolumen steigt um das 4- bis 5-fache, die **Atemfrequenz** und der Muskeltonus (**Muskelsteifigkeit**) nehmen zu, der Körper befindet sich in einer massiven Stressreaktion:

- Aufgrund der hochregulierten Stoffwechselprozesse und des weiteren Wärmeverlusts tritt rasch körperliche **Erschöpfung** ein, die ein weiteres Schwimmen nicht mehr möglich macht.
- Wegen des **gesteigerten Atemantriebs** ist die Gefahr des Verschluckens und Ertrinkens erhöht. Das Verschlucken von Kaltwasser beschleunigt dabei die weitere Abkühlung.
- Und infolge der peripheren Mangel durchblutung steigt der Muskeltonus, wodurch eine **Muskelsteifigkeit** der Arme, Beine und Brustmuskulatur entsteht, die schon nach wenigen Minuten ein weiteres Schwimmen, aber auch das Aufblasen eines Paddelfloats, das gezielte Wiedereinsteigen oder Schließen der Spritzdecke verhindert.

Ergänzend sei in der Phase des Eintauchens noch das Problem der kalorischen Reizung der Gleichgewichtsorgane durch Eindringen von Kaltwasser in die Ohren (Schwindel nach Untertauchen des Kopfes) und die Gefahr des reflektorischen Herzstillstands erwähnt (sog. „**Tauchreflex**“ oder „**Kälteschockreaktion**“).

Übrigens, bei längerer Exposition in Kaltwasser kommt immer mehr die **Reaktions-Temperatur-Geschwindigkeitsregel** (RGT) zum Zug, die besagt, dass eine chemische Reaktion bei einer Temperaturverminderung um 10° C halb so schnell abläuft. Dies ist auch beim Menschen so.

2. Lähmungsphase

Bei weiterer Kaltwassereinwirkung kommt es zu einem **Versagen der Wärmeregulationsmechanismen**, was zum Absinken der Körperkerntemperatur führt. Die anfängliche Stressreaktion kehrt sich langsam ins Gegenteil um. Der Körper passt sich immer mehr der Umgebung an: Mit weiterem Absinken der Körperkerntemperatur kommt es zur **Verlangsamung des Herzschlags**, letztlich bis zum Kammerflimmern und Herzstillstand. Die **Atemfrequenz**, das Atemzugvolumen und das O²- Angebot nehmen kontinuierlich ab, hierdurch kommt es zu einer Übersäuerung (Azidose). Außerdem kann sich ein **Lungenödem** entwickeln, was den O²-Mangel weiter verstärkt.

Das anfängliche **Muskelzittern erlischt**. Die **Nervenleitgeschwindigkeit** sinkt, was zur vollständigen Lähmung aller Muskeln und völligem Reflexverlust führt. Im Zentralnervensystem kommt es zur **Bewusstseinsinetrübung** mit zunehmender Schläfrigkeit und schließlich zur **Bewusstlosigkeit**. Vollständige Lähmung und Bewusstlosigkeit führen ohne Schwimmweste natürlich zu sofortigem Ertrinken.

Weitere Probleme sind die verminderte Sauerstoffbindungskapazität des Blutes bei Hypothermie, was zur Verstärkung der Übersäuerung (Azidose) führt, sind hohe Blutzuckeranstiege aufgrund einer reduzierten Insulinfreisetzung, außerdem entstehen aufgrund einer Kältdiurese (vermehrte Urinausscheidung in Kaltwasser) Elektrolytentgleisungen und erhebliche

Volumenverluste, was wiederum zu Störungen der Blutgerinnung mit Bildung von Blutgerinnseln (Gefahr von Embolien, z.B. Schlaganfällen) führt.

Nur eine Frage der Zeit ...

Diese pathophysiologischen Vorgänge bei Kaltwasserexposition wurden hier dargestellt, um ein Verständnis für die gesetzmäßig ablaufenden Stoffwechselfvorgänge in Kaltwasser zu wecken. Wie eingangs erwähnt gibt es natürlich individuelle Unterschiede, allerdings ist es nur eine Frage der Zeit und **keine Frage der Gültigkeit**. D.h. solange nicht jemand plausibel darlegen kann, warum das für ihn nicht gelten sollte (z.B. da er sich gegen das Kaltwasser mit Trockenanzug, Neokappe und –handschuhen schützt), ist Kaltwasser für jeden – wahrscheinlich schneller als er glaubt - tödlich. Aber wie die Untersuchungsergebnisse der Tab. 2 und 3 zeigen, erreicht bei Wassertemperaturen um die 5° C auch der fitteste und optimal ausgerüstete Kanute irgendwann seine Grenzen, wenn auch nicht so schnell wie die beiden jungen, unüberlegten Gelegenheitskanuten vom Brahmssee. Wir fühlen mit den Angehörigen und bedauern, dass zwei junge Menschenleben so vorzeitig ihr Ende fanden.

Hinweis: Wir danken Eckehard Schirmer (LKV-SH) für Informationen und kritische Anmerkungen.

Literatur:

U.Beier, Großgewässer-Gefahr Nr. 1: Unterkühlung:

è www.kanu.de/nuke/downloads/Gefahr-Unterkuehlung.pdf