



5,90  
EUR

Österreich 6,50 EUR  
Schweiz 10,60 CHF  
Deutschland  
Luxemburg 6,50 EUR

6 November/  
Dezember 2022

Wassersport

NOTFALLMANAGEMENT  
BEI TAUCHUNFÄLLEN



# Digitaler Sonderdruck für die Bartmann GmbH

Magen David Adom

# ISRAEL UND SEIN RETTUNGSSYSTEM



FAHRZEUGTECHNIK

Erfahrungen mit  
Iveco Daily als NEF



TELEMEDIZIN

Chancen und Grenzen  
von Telenotärzten



NOTFALLMEDIZIN

Wie die Schockspirale  
durchbrochen wird

## Notfallmanagement bei Tauchunfällen

Tauchunfälle sind ein sehr seltenes Ereignis. In Deutschland wurden 2021 nur etwa 33 derartige Unfälle registriert. Das ist erfreulich, bedeutet aber, dass es im Rettungsdienst an Routine mangelt. Einige Hilfestellungen.



in „Tauchunfall“ ist ein potenziell lebensbedrohliches oder gesundheitsschädigendes Ereignis, hervorgerufen durch Abfallen des Umgebungsdruckes beim Tauchen oder aus sonstiger hyperbarer Atmosphäre mit und ohne Tauchgerät in der Dekompressionsphase, also beim Auftauchen.

### Alarmierung

In der S2 „Leitlinie Tauchunfall“ der Gesellschaft für Tauch- und Überdruckmedizin (GTÜM), welche sich Ende März 2022 im Endstadium der Novellierung befand, wird bei einem Tauchunfall empfohlen, die Rettungsleitstelle zu alarmieren und einen „Verdacht auf Tauchunfall“ zu melden.

Einer der führenden Tauchmediziner Deutschlands hat vor Jahren schon klargelegt, ein Unfall unter Wasser ist – ob mit oder ohne Tauchgerät (Ap-noetauchen) – so lange ein Tauchunfall, bis das Gegenteil bewiesen ist. Die „Verdachtsdiagnose“ könnte in der Erstphase zu zögerlichem Handeln in den Leitstellen führen, weil man erst die Gewissheit abwarten möch-

te, ob es tatsächlich ein Tauchunfall ist.

### Suche des Tauchers

Vereinzelt kommt es vor, dass Taucher – insbesondere „Solotaucher“ – nicht mehr an die Wasseroberfläche kommen und dann als vermisst gelten. Die Folge sind ausgedehnte Suchaktionen der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS). Auch Freizeittaucher beteiligen sich häufig an solchen Maßnahmen. Je nach Gewässergüte – zum Beispiel Sichtverhältnisse und Strömung – sowie Fläche und Tiefe können sich derartige Suchaktionen auch über mehrere Tage hinzie-

### 24-Stunden-Hotlines

Divers Alert Network (DAN):

**00800 326 668 783**

Medical Helpline Worldwide GmbH & aqua med:

**0049/421 240 110-10**

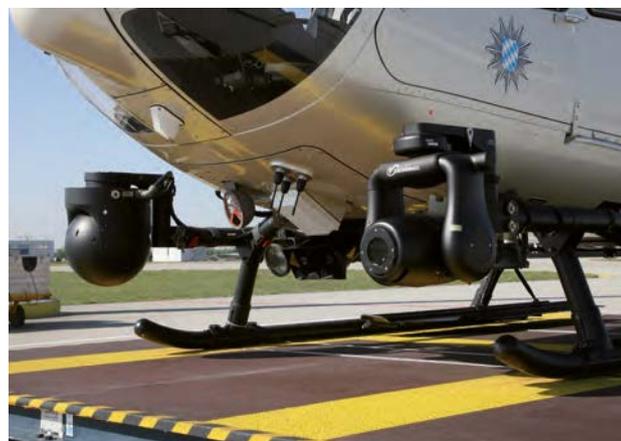
Schiffahrtsmedizinisches Institut der Marine:

**0049/431 5409 1441**

Verband Deutscher Sporttaucher e.V. (VDST):

**0049/69 800 88616**

**Wärmebildkamera (links) an einem Polizeihubschrauber.**



ten. Der unverzügliche Einsatz eines Hubschraubers mit Wärmebildkamera (Forward Looking Infrared/FLIR) kann hier unter Umständen wirkungsvolle Hilfe leisten.

Die staatliche Feuerweherschule Regensburg (Bayern) hat in Zusammenarbeit mit der Polizeihubschrauberstaffel Bayern vor einigen Jahren auf diesem Sektor sehr erfolgreiche Erprobungen durchgeführt.

Mit der FLIR-Technik kann man zwar nicht in die Tiefe eines Gewässers sehen. Was aber sehr eindrucksvoll zu sehen ist, sind die durch die Ausatemluft der Taucher an die Wasseroberfläche beförderten Luftblasen. Sie verändern infolge des kälteren Wassers in der Tiefe gut sichtbar das Bild am Monitor des Operators im Hubschrauber. Die Ausatemluft der Taucher ist auch nach einer Stunde noch deutlich als weiße „Spur“ an der Wasseroberfläche zu erkennen.

Voraussetzung ist aber, dass die Wasseroberfläche insgesamt ruhig ist, also kein oder nur geringer Wellengang herrscht, und sich möglichst keine Schwimmer zeitgleich im Wasser befinden haben. Schwimmer vermischen, wenn auch in geringerem



Foto: joakant\_pixabay

Maße als Taucher, die Wasseroberfläche und verschlechtern so die Erkennbarkeit einer „Taucherspur“.

Sofern diese Parameter günstig ausfallen, kann mit der Wärmebildkamera ziemlich exakt ermittelt werden, wo der vermisste Taucher zum letzten Mal ausgeatmet hat. An dieser Stelle ist sodann ein zielgerichteter Tauchgang möglich. Bei Dunkelheit lässt sich mit dem externen LED-Suchscheinwerfer am Hubschrauber die Tauchstelle unterstützend ausleuchten.

# 33

**Tauchunfälle**

wurden in Deutschland im Jahre 2021 registriert.

Hubschrauber mit Wärmebildkamera sind mit Einschränkung bei den Polizeien der Länder und der Bundespolizei verfügbar. Es obliegt den Leitstellen, dieses Einsatzmittel einzuplanen und bei Bedarf zeitnah anzufordern.

## Terrestrische Problemstellungen

Unter dem Begriff „Terrestrische Problemstellungen“ sind Konstellationen zu verstehen, wie sie beispielsweise bei Tauchunfällen in Bergseen oder bei

Eistauchgängen im Winter auftreten. Freizeittaucher gehen ihrem Hobby längst nicht nur während der warmen Jahreszeit nach. Tauchen unter dem Eis ist für viele Sporttaucher ein besonderer Kick, und das birgt zwangsläufig zusätzliche Gefahren. Auch Tauchgänge in abgelegenen Bergseen, weitab von jeglicher Straßeninfrastruktur, haben für einige Hobbytaucher einen besonderen Reiz.

Aus notfallmedizinischer Sicht haben diese terrestrischen Merkmale eines gemeinsam: →

Bodengebunden kommt der Rettungsdienst in der Regel nicht an die Einsatzstelle. Der Rettungshubschrauber ist bei solchen Szenarien oft das einzige Rettungsmittel. Selbst dieser kommt im Falle von Bergseen mangels eines Landeplatzes an seine einsatztaktischen Grenzen. Hier ist das zuständige Leitstellenpersonal gefordert, frühzeitig einen Hubschrauber mit Rettungswinde und bei Bedarf die nächstgelegene Höhenrettungsgruppe zu alarmieren, um den verunfallten Taucher ohne Landung des Hubschraubers ausfliegen zu können.

## Therapie

Bei Tauchunfällen sind in der Regel Tauchpartner, Sicherheitstaucher, Taucheinsatzführer oder Tauchausbilder zur Durchführung von Maßnahmen der Ersten Hilfe vor Ort. Der Erfolg der Erstmaßnahmen und der weiteren Behandlung hängt entscheidend davon ab, dass die Maßnahmen der Ersten Hilfe schnell und richtig angewendet werden.

Die wichtigste Maßnahme ist die sofortige Atmung von 100 Prozent Sauerstoff. Dies immer unabhängig vom verwendeten Atemgas während des Tauchens. Also auch dann, wenn mit sauerstoffangereicherter Druckluft (Nitrox) getaucht wurde.

Da es sich bei medizinischem Sauerstoff um ein Arzneimittel handelt, wird gelegentlich vorgebracht, dass medizinische Laien deshalb keinen Sauerstoff verabreichen dürfen. Das ist falsch. Die Rechtsprechung hat in den zurückliegenden Jahren mehrmals festgestellt, dass die Gabe von 100 Prozent Sauer-



**Eistauchgang eines Feuerwehrtauchers.**

stoff nach einem Tauchunfall auch von medizinischen Laien nicht nur gestattet, sondern – die individuellen Kenntnisse vorausgesetzt – auch erforderlich ist. Die zumutbare Hilfeleistung im Sinne des Paragraphen 323c Strafgesetzbuch hat hier Vorrang vor den Bestimmungen des Heilpraktikergesetzes.

## Wirkung des Sauerstoffs

Den in der Tauchmedizin vielfach nicht ausgebildeten Rettungsdienstmitarbeitern fehlt oft das Verständnis dafür, dem ver-

unfallten Taucher 100 Prozent Sauerstoff zu verabreichen. Sie orientieren sich – wie sonst üblich – an der Sauerstoffsättigung des Patienten. Es steht jedoch bei dieser Maßnahme nicht die partielle Hypoxie im Vordergrund, die in den von den Gasblasen betroffenen Abschnitten herrscht, sondern die gewünschte Verkleinerung der Gasblasen. Um dies zu erreichen, ist die Sättigung eines möglichst hohen Diffusionsgradienten sowohl für Sauerstoff als auch die eines entgegengerichteten Diffu-

**Sauerstoffgabe durch medizinische Laien und anschließende Übernahme durch den Rettungsdienst.**



Fotos: O. Schadt; R. Dengel

sionsgradienten für das Inertgas, welches zur Bildung der Blase geführt hat, nötig.

Diese Gasblase besteht in den meisten Fällen aus Stickstoff. Das ist auch dann der Fall, wenn es als Folge eines pulmonalen Barotraumas zur Gasembolie gekommen ist, weil ein möglicher Sauerstoffanteil der Gasblase verstoffwechselt wird.

Ziel ist nun die rasche Stickstoffelimination bei gleichzeitiger Minimierung der durch die Blase hervorgerufenen Hypoxie. Durch die Gabe von reinem Sauerstoff wird die Stickstoffelimination durch die beschleunigte Abatmung von Stickstoff wesentlich verbessert. Dabei reicht es nicht, die Atemluft über eine Maske oder Sonde mit Sauerstoff anzureichern. Die inspiratorische Sauerstoffkonzentration muss vielmehr so hoch wie irgend möglich sein, am besten 100 Prozent.

Im Bereich der Gasblasen werden gleichzeitig zwei entgegengerichtete Diffusionsgradienten aufgebaut – einer für Sauerstoff in Richtung Blase und einer entsprechend für Stickstoff aus der Blase heraus. In der Folge kommt es zunächst zur Diffusion von Sauerstoff in die Blase und zur Abdiffusion des Stickstoffs, was letztlich zu einer Größenreduktion der Blase führt. Die rasche Gabe von 100 Prozent Sauerstoff mit möglichst hohem  $FiO_2$  kann daher zu einem Rückgang der Symptomatik führen.

## Tauchärztliche Telefonberatung und Transport

Ein tauchmedizinisch fortgebildeter Arzt soll beraten, ob für den verunfallten Taucher eine Druckkammerbehandlung er-

forderlich und wie dringlich diese ist. Medizinische Laien und auch Ärzte ohne tauchmedizinische Ausbildung sind damit meist überfordert. Daher wird empfohlen, möglichst noch an der Einsatzstelle ein Arzt-Arzt-Gespräch zwischen dem Notarzt vor Ort und einem „Taucherarzt“ mit entsprechender Expertise zu disponieren. Dazu stehen in Deutschland verschiedene Hotlines unentgeltlich und rund um die Uhr zur Verfügung.

Bestimmt der Notarzt an der Einsatzstelle – möglicherweise in Abstimmung mit dem „Taucherarzt“ der Hotline –, den ver-

mebereite Druckkammer zu finden. Dies gestaltet sich, insbesondere an den Wochenenden, mitunter schwierig: Die in Deutschland zur Verfügung stehenden Druckkammerzentren sind einerseits nicht flächendeckend vorhanden und andererseits überwiegend an den Wochenenden geschlossen.

Die erwähnte Leitlinie „Tauchunfall“ der GTÜM nennt keine prinzipielle Präferenz für ein bestimmtes Transportmittel. Es ist das im Hinblick auf die Gesamttransportzeit schnellste und schonendste Transportmittel zu verwenden.

**Die Druckkammerzentren in Deutschland sind nicht flächendeckend vorhanden und überwiegend an den Wochenenden geschlossen.**

**Erstversorgung des verunfallten Tauchers mit einem Sauerstoff-Kreislaufsystem, Typ WENOLL.**



unfallten Taucher einer Druckkammer mit Hyperbarer Oxygenationstherapie (HBOT) zuzuführen, macht es keinen Sinn, den Patienten zuerst in die nächstgelegene Notaufnahme einer Klinik zu transportieren. Dadurch würde wertvolle Zeit für die HBOT verstreichen.

Nun kommt es darauf an, die nächste erreichbare und aufnah-

Was unter „schonend“ genau zu verstehen ist, wird nicht näher erläutert. Lediglich beim Transport mit einem Boot wird eine möglichst erschütterungsarme Beförderung empfohlen.

Angesichts der geringen Zahl von Druckkammern in Deutschland, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass ein verunfallter Taucher mit einem Rettungshub- →



Foto: G. Schraml

schrauber zur Druckkammer geflogen wird. Hier ist ratsam, dem Luftfahrzeugführer einen Hinweis zu geben, dass die fliegerisch niedrigste Flughöhe gewählt werden sollte. Mit zunehmender Flughöhe fällt auch der Umgebungsdruck in der Kabine. Dadurch dehnen sich die Gasblasen weiter aus und können zu einer Verschlechterung der Symptomatik führen. Wo immer es möglich ist, sollte der Rettungshubschrauber deshalb nicht höher als 300 Meter über Grund fliegen.

Aus Studien ist bekannt, dass neben dem Hauptrotor auch das Triebwerk und Getriebe eines Hubschraubers Vibrationen in der Hubschrauberzelle verursachen. Die geringsten Vibrationen stellen sich etwa bei einer Fluggeschwindigkeit von 70 Knoten (circa 130 km/h) ein. Wissenschaftlich belegt ist es bisher noch nicht, ob man besser diese Fluggeschwindigkeit im Sinne eines schonenden Transportes fliegt oder die maximale Fluggeschwindigkeit anstrebt, um den Patienten etwas früher zur Druckkammer zu bringen.

Versuche des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) haben inzwischen gezeigt, dass Rettungshubschrauber mit 5-Blatt-Rotoren vibrationsärmer sind als Hubschrauber mit 4-Blatt-Rotoren. Diese reduzierten Vibrationen und der damit verbesserte Komfort kommen auch einem verunfallten Taucher zugute.

## Dokumentation

Die Dokumentation der Tauchgangsdaten, des Symptomverlaufes und der durchgeführten präklinischen Behandlungsmaßnahmen ist von zentraler Bedeu-

tung. Aus diesem Grund soll der Tauchcomputer des verunfallten Tauchers dem Rettungsdienst zur Behandlungsdruckkammer mitgegeben werden. Dies setzt allerdings voraus, dass die Beschlagnahme dieses Ausrüstungsteils durch die Polizei vorübergehend ausgesetzt wird. Unter Hinweis auf die therapeutische Notwendigkeit des Tauchcomputers sollen daher an der Einsatzstelle Absprachen zwischen dem Rettungsdienst und der Polizei erfolgen.

Der Symptomverlauf sollte von Anfang an und in Intervallen dokumentiert werden. Bewährt hat sich dazu der bei Tauchern weit verbreitete „5-Minuten-Neurocheck“. Dieses Dokument sollte unbedingt dem Rettungsdienst mitgegeben und fortgeschrieben werden.

Tauchen ist – von geringen Ausnahmen abgesehen – ein Partnersport. Es gilt die Vorgabe „Tauche nie allein“. Deshalb sollte großzügig abgewogen werden, ob beteiligte Tauchpartner ebenfalls durch einen tauch-

**Ausfliegen des verunfallten Tauchers durch einen Polizeihubschrauber mit Rettungswinde.**

# 300

Meter

über Grund sollten Hubschrauber als Flughöhe beim Transport eines verunfallten Tauchers möglichst nicht überschreiten.

medizinisch fortgebildeten Arzt untersucht und gegebenenfalls behandelt werden müssen – auch wenn sie (noch) keine Symptomatik zeigen.

## Sauerstoffsysteme

Von Taucherärzten der GTÜM wurde in den vergangenen Jahren immer wieder empfohlen, die von den Tauchern bereits applizierten Sauerstoffatemsysteme nicht zu trennen, sondern sie am Patienten zu belassen. Ursächlich für diese Empfehlung sind die häufig bei Tauchern vorhandenen Kreislaufsysteme. Durch ein Atemkalksystem wird die Ausatemluft des Tauchers von Kohlenstoffdioxid gereinigt und steht für die Einatmung unter Hinzumischung von Sauerstoff wieder zur Verfügung. Verunfallte Taucher können mit diesem System mehrere Stunden mit 100 Prozent Sauerstoff versorgt werden.

Die Sache hat allerdings einen Haken: Einerseits sind diese Kreislaufsysteme für den Betrieb in einem Rettungswagen oder -hubschrauber nicht zugelassen und andererseits hat das Rettungsdienstpersonal in der Regel keine Einweisung in diese Medizinprodukte. Es bleibt somit eine Einzelfallentscheidung.

Denkbar wäre aber, den Transport des verunfallten Tauchers von einem Mittaucher begleiten zu lassen. Er könnte dann zumindest die Haftung für das Medizinprodukt übernehmen und würde außerdem für Fragen zum Unfallgeschehen an der Druckkammer zur Verfügung stehen, sollte der Patient nicht mehr ansprechbar sein.

**UNSER AUTOR:** Hubertus Bartmann, Feuerwehr-Lehrtaucher Stufe 3 (Text und Fotos)

## Intensivseminar Tauchunfall

Im Rettungsdienst fehlt in der Regel die Routine bei einem Tauchunfall. Hubertus Bartmann, Verfasser dieses Beitrages, organisiert daher seit 18 Jahren die sogenannten „Intensivseminare Tauchunfall“, um den Tauchunfall von der präklinischen Versorgung am Wasser bis zur klinischen Therapie in einem Druckkammerzentrum zu üben. Informationen zu diesen Seminaren unter [www.tauch-unfall.de](http://www.tauch-unfall.de)