

## Tödliche Unfälle mit Preßlufttauchgeräten

H. Fischer, H. Masel und W. Sigl

<sup>1</sup> Abteilung Pathologie, Universität Ulm, Oberer Eselsberg, D-7900 Ulm

<sup>2</sup> Landgericht München II, Denisstraße 5, D-8000 München 2

<sup>3</sup> Lehrstuhl für Geologie der Technischen Universität München, Abteilung Sedimentforschung und Meeresgeologie, Lichtenbergstr. 4, D-8046 Garching, Bundesrepublik Deutschland

### Fatal Accidents with Compressed Air Diving Equipment

**Summary.** The post-mortem findings of 4 sport divers involved in accidents showed air embolism of the heart as well as 2 subcutaneous emphysemas of shoulder and neck. The lungs were distended and the viscera were hyperaemic. The pleura showed petechiae and small patchy hemorrhages.

In microscopic examination foci of alveolar hemorrhages of the lungs and, occasionally, mucosal rupture of small branches of the bronchial tree and of the bronchioli could be determined. The most likely causes for the accidents are discussed and special attention is given to panicking under water.

**Key words:** Air Embolism, Accidents by Compressed Air Diving Equipment – Diver Accident

**Zusammenfassung.** Die Obduktionsbefunde bei 4 verunglückten Sporttauchern zeigten makroskopisch eine Luftembolie des Herzens sowie 2x ein Hautemphysem der Schulter und des Halses. Die Lungen waren stark gebläht, die inneren Organe hyperämisch. Die Pleura wies punktförmige und kleinfleckige Blutungen auf.

Mikroskopisch ließen sich herdförmige alveoläre Lungenblutungen und gelegentliche Mukosarupturen der kleinen Bronchialäste und Bronchiolen nachweisen. Nach Diskussion der möglichen Unfallursachen wird besonders auf die Panik unter Wasser hingewiesen.

**Schlüsselwörter:** Luftembolie, Unfall mit Preßlufttauchgeräten – Taucherunfall

Gelegentlich verunglücken auch erfahrene Taucher in den oberbayerischen Seen, insbesondere Starnberger See und Walchensee, tödlich. Von 1970 bis 1977 wurden von uns 4 erfahrene Sporttaucher obduziert, die auf unerklärliche Weise tödlich verunglückt waren. Ein Fremdverschulden war in jedem Fall mit Sicherheit auszuschließen. Auch für Suizid ergaben sich keine Anhaltspunkte.

**S 62/70 (Gs 360/70)**

46-jähriger Mann, seit einigen Jahren Sporttaucher. Beim Versuch mit einem Sportkameraden eine Tauchtiefe von 50 Meter zu erreichen, wurde dem Begleiter schwindelig. Dieser tauchte dann auf, während der Verunglückte noch 5 Min. bleiben wollte. Als er kurz darauf auftauchte, war er bereits bewußtlos und mußte an Land gezogen werden. Wiederbelebungsversuche blieben erfolglos.

**S 43/74 (Gs 68/74)**

Der 30-jährige Mann wurde nach einem Tieftauchversuch vermißt. Die Leiche konnte erst nach 14 Monaten geborgen werden. Sie wies keinerlei Verletzungen auf. Die histologischen Befunde ließen bei fortgeschrittener Fäulnis keine wesentlichen pathologischen Veränderungen erkennen.

**S 110/74 (Gs 257/74)**

Ein 33-jähriger Mann tauchte bis auf Tiefen von 8 Metern. Er wurde vermißt und konnte nach 2 1/2 Stunden in einer Tiefe von 18 Metern tot geborgen werden.

**S 14/77 (30 a Js 187/77)**

Ein 29-jähriger Mann wollte allein bis auf etwa 18 Meter tauchen. Nach 5 bis 10 Minuten schwamm die Taucherlampe auf, worauf eine Suchaktion einsetzte, bei der die Leiche zufällig in etwa 90 Meter Tiefe am Kabel der Fernsehkamera hängen blieb. Das Zeitintervall zwischen Tod und Bergung betrug fast genau 24 Stunden.

**Obduktionsbefunde**

Die makroskopischen Befunde waren bis auf die Fülleiche ziemlich gleichartig und eindeutig, da nur sehr geringe Leichenveränderungen eingetreten waren. Neben einem Schaumpilz vor dem Mund ließen sich bei der Eröffnung des Herzens unter Wasser stets reichlich Gasblasen nachweisen. Mehrmals fand sich schaumiges Blut in Venen, insbesondere der weichen Hirnhäute. Bei 2 Leichen bestand außerdem ein Hautemphysem im Bereich der Schulter und des Halses. Die Lungen waren stark gebläht (Ertrinkungslungen). Im Magen ließ sich etwas wässrige Flüssigkeit nachweisen.

Die parenchymatösen Organe waren stark hyperämisch. Im Bereich der Pleura visceralis und parietalis bestanden punktförmige und kleinfleckige Blutungen nach Art der Erstickungsblutungen.

Histologisch waren herdförmige alveoläre Parenchym-Blutungen in den Lungen nachweisbar neben einem erheblichen Oedem, das gleichfalls mehr herdförmig angeordnet war.

Überraschenderweise und klinisch unbekannt wurde bei dem 33-jährigen Mann ein Morbus Boeck gefunden. Möglicherweise fühlte sich der Mann wegen dieser Erkrankung in seinen Leistungen bereits leicht eingeschränkt.

**Diskussion**

Die Verunglückten waren erfahrene Sporttaucher mit zum Teil vieljähriger Praxis. Sie benutzten alle ein Preßluftgerät. Die technische Untersuchung dieser Geräte hat keinerlei Mängel ergeben. Doch befriedigt diese Angabe nicht; denn es besteht eine Diskrepanz zwischen dem morphologischen Befund und einem intakten Gerät. Auch ein plötzliches Herz- und Kreislaufversagen unter Wasser könnte nicht mehr die eindeutigen vitalen Veränderungen hervorrufen.

Bei dreien der verunglückten Taucher konnten ziemlich ähnliche Befunde erhoben werden, die auf ein Ertrinken bzw. Ersticken unter Wasser schließen lassen. Die starke Lungenblähung, der Luftnachweis im Herzen und in den Venen, ein Hautemphysem sowie insbesondere auch die histologischen Lungenveränderungen (kleine herdförmige

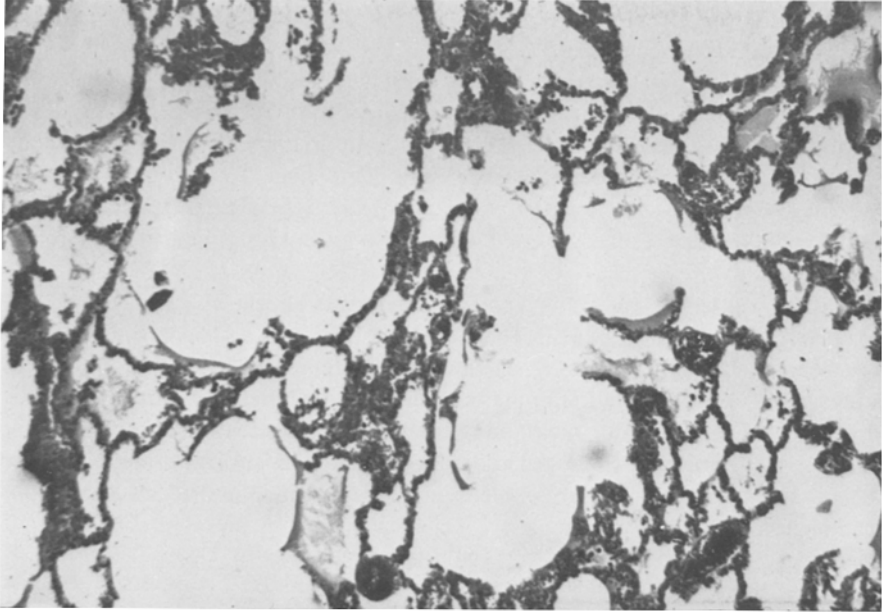


Abb. 1. Ausgeprägtes akutes Lungenemphysem (25:1)

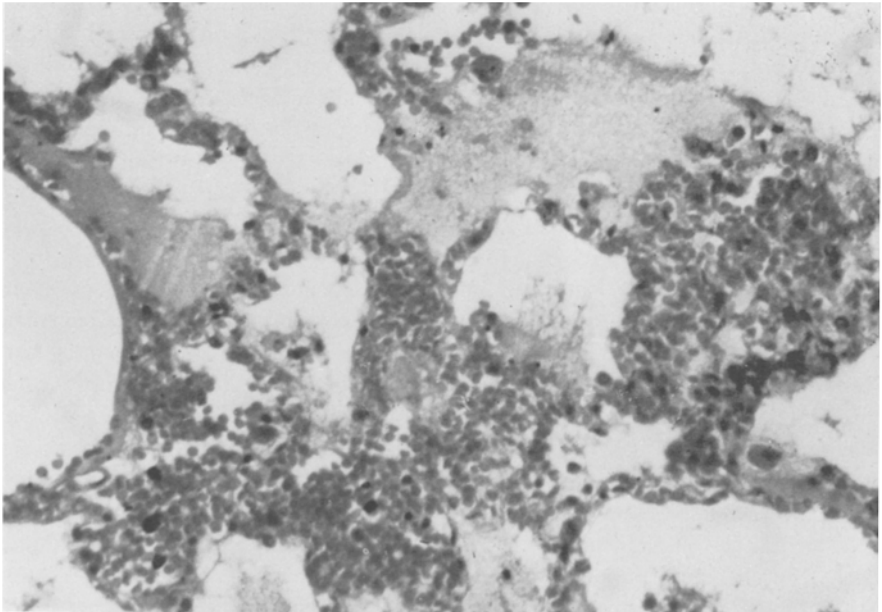


Abb. 2. Hyperämie, Parenchymlutungen und Ödem im emphysematösen Bereich (25:1)

Parenchymlutungen offenbar infolge von Kapillarrupturen) lassen auf einen Überdruck in den Atemwegen schließen.

Welche Möglichkeiten bestehen zur Auslösung eines derartigen Unfalles? Ertrinkungstod und Überdehnung der Lunge können bei erfahrenen Tauchern nur durch eine Paniksituation verursacht werden, die wiederum durch überraschend auftretende Zwischenfälle ausgelöst wird. Eine derartige Panik kann einen Taucher beim Versuch, die rettende Oberfläche zu erreichen, veranlassen, die sich beim Auftauchen durch den Druckabfall in den Lungen ausdehnende Luft nicht kontinuierlich oder rechtzeitig abzublasen.

Die Angst während einer Panik kann darüberhinaus zu einem Laryngo-Spasmus führen (EHM). Auch kommt es beim Tauchen des öfteren vor, daß beim Einatmen unerwartet Wasser in die Luftröhre dringt und dadurch Hustenreiz oder gar „Verschlucken“ verursacht. Der Schritt zum krampfhaften Luftanhalten und zur Auslösung eines Stimmritzenkrampfes ist dann nicht mehr weit. Dies könnte auch das Vorhandensein geringer Wassermengen im Magen erklären, obgleich kleinere Wassermengen sicher bei jedem Tauchgang geschluckt werden, wie etwa beim Mundstückwechsel vom Schnorchel zum Lungenautomaten.

Bekanntlich vergrößert sich der Wasserdruck alle 10 Meter Tauchtiefe um 1 at oder nach der neuen Druckeinheit um etwa 1 bar. In 10 Meter Tiefe beträgt der Gesamtdruck, der auf den Taucher wirkt, also 2 at (1 at Luftdruck + 1 at Wasserdruck), in 20 Meter 3 at, in 25 Meter 3,5 at usw. Der Taucher bekommt die Atemluft über den Lungenautomaten oder Atemregler unter dem jeweiligen Umgebungsdruck in die Lungen; dadurch wird die Atmung überhaupt erst ermöglicht. Bei schnellem Auftauchen, wenn der Umgebungsdruck rasch abnimmt, kann es zu einer Überdehnung der Lunge kommen, die einen Pneumothorax, ein Mediastinal- und Suprasternal-empysem sowie häufig auch eine Luftembolie zur Folge hat. Das Luftverhalten in der Lunge beim Auftauchen führt bereits bei einem Überdruck von 30 mm Hg (= ca. 50 cm Wassersäule) zu schweren Kreislaufstörungen mit Kompression der großen herznahen Gefäße. Bei einem Überdruck von 60–80 mm Hg besteht die Gefahr der Lungenruptur mit Pneumothorax und Gasembolie (Moslener u. Vogel). Es sind tödliche Unfälle von Tauchern bekannt, die, aus dem Gerät atmend, an der Wasseroberfläche von hohen Wellen überrollt wurden. Durch die Druckverminderung des in Sekundenbruchteilen ablaufenden Wellenberges kam es in diesen Fällen zu einer Lungenruptur mit tödlichen Folgen.

Wodurch kann nun eine Paniksituation ausgelöst werden? Einmal können auch technisch intakte Geräte in bestimmten Situationen versagen, ohne daß dies bei einer späteren Überprüfung zu beweisen ist. So kann eine plötzliche Unterbrechung der Luftzufuhr durch Schmutzteile verursacht werden, die bewegliche Ventileile und Luftwege in der zweiten Stufe des Lungenautomaten verlegen. In größeren Tiefen kann ein derartiger Vorfall sehr schnell zur Panikreaktion des Tauchers führen.

Zur Möglichkeit der Vereisung ist festzustellen, daß eine Vereisung des Lungenautomaten in der ersten Stufe auftritt, in der die größte Druckentspannung vorsieht. Sie bewirkt gewöhnlich eine plötzliche Unterbrechung der Luftzufuhr und könnte allenfalls dadurch eine Panikreaktion des Tauchers verursachen. Ein ständiges Ausströmen der Luft würde bedeuten, daß das Ventil der ersten Stufe in Offenstellung vereist und die verbleibende Öffnung für starkes Ausströmen groß genug ist. Dies ist bei den winzigen Durchlaßöffnungen und den geringen Ventilwegen moderner Lungen-

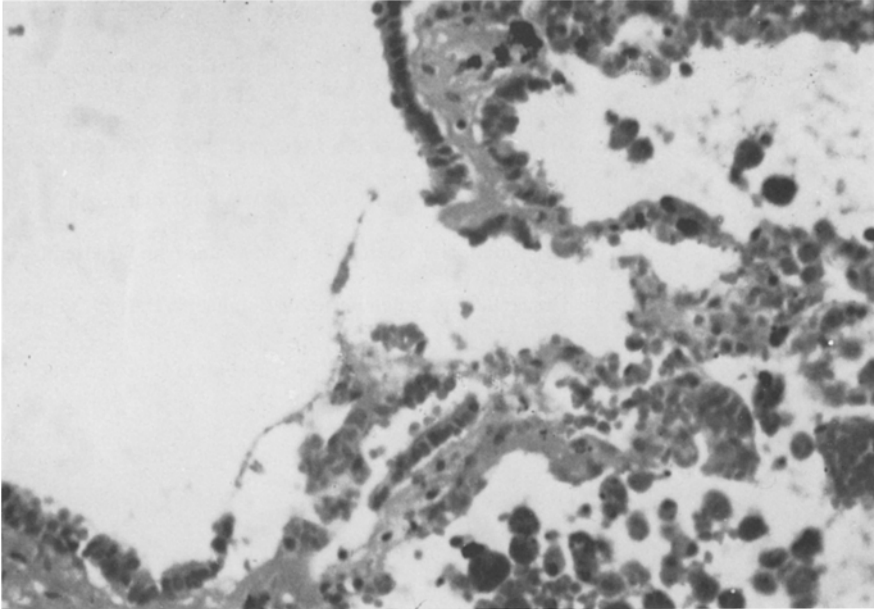


Abb. 3. Eingerissene Bronchialschleimhaut mit frischer Blutung (25:1)

automaten äußerst unwahrscheinlich. Auch würde ein plötzlicher Luftausstrom dem Taucher sicher das Mundstück aus dem Mund reißen, ohne daß es zur Überdehnung der Lungen kommt.

Begünstigend für die Auslösung einer Panik mit Angstzuständen beim Tauchen in heimischen Gewässern wirkt sicherlich das verhältnismäßig trübe, jedenfalls dunkle und eiskalte Tiefenwasser unserer bayerischen Seen. Gegen diese physisch-psychische Belastung sind selbst erfahrene Taucher nicht immun, auch wenn sie dies meist nicht zugeben.

Immer mehr aber rückt als Unfallursache in der Sporttaucherei der sog. Tiefenrausch in den Vordergrund. Der Tiefenrausch wird auf die narkoseartige Wirkung des unter erhöhtem Partialdruck eingeatmeten Stickstoffs auf das zentrale Nervensystem zurückgeführt und wird wahrscheinlich durch die Toxizität von Sauerstoff unter erhöhtem Druck und die Kohlensäureretention begünstigt (GLAS). Er kann je nach Kondition, Konstitution und psychischer Labilität des Tauchers schon ab 30 Meter Tiefe auftreten. Der Tiefenrausch kann sowohl dazu führen, daß sich ein Taucher „in einer allen Gegebenheiten und Regeln widersprechenden Weise“ (EHM) verhält, also in eine Art Euphorie verfällt, als auch in eine Panikstimmung oder eine lähmende Entschlußlosigkeit. Es ist verständlich, daß eine solchermaßen eingeschränkte Reaktionsfähigkeit leicht zu Unfällen führen kann. Leider wird es heute in Sporttaucherkreisen als normal angesehen, mit Preßlufttauchgeräten auf Tiefen über 50 Meter zu tauchen. Dies ist eine Entwicklung, die von manchen Tauchschulen noch begünstigt, von vielen aber in ihrer Gefährlichkeit noch nicht erkannt worden ist.

## Literatur

- Ehm, O. F.: Tauchen – noch sicherer! Leitfaden der Tauchmedizin für Sporttaucher, Berufstaucher u. Ärzte. Stuttgart: A. Müller 1974
- Glas, K.: Sporttauchen aus medizinischer Sicht. Fortschr. Med. 95, 1593 (1977)
- Moslener, Cl. D., Vogel, W.: Die medizinischen Grundlagen des Tauchens. Therap. Berichte (Bayer) 8–17, 1958
- Seemann, K.: Diagnose und Differentialdiagnose der Taucherkrankheiten. Münch. med. Wschr. 110, 1793–1797 (1968)
- Seemann, K., Wandel, A.: Der Taucherunfall mit Überdehnung der Lunge und Luftembolie. Münch. med. Wschr. 109, 2168–2175 (1967)
- Wünsche, O.: Intensiv-Behandlung bei Druckfallkrankheiten Hefte zur Unfallheilk. Heft 99, Springer: Berlin 1969

Eingegangen am 8. Dezember 1977

## Erratum

„Häufigkeit positiver Diazepam-Befunde in Blutproben alkoholisierter Verkehrsteilnehmer“

H. P. Gelbke, H. J. Schlicht und Gg. Schmidt  
Z. Rechtsmedizin 80, 319–328 (1978)

Auf Seite 323 lautet der vorletzte Absatz:

Diazepam-Konzentrationen zwischen 100 und 500 ng/ml: 14 Proben, entsprechend 30% der Diazepam enthaltenden Proben bzw. 0,7% des Gesamtkollektivs. Solche Diazepam-Konzentrationen finden sich in den ersten Stunden nach Einnahme einer therapeutischen Dosis. Bei gleichzeitig bestehender Alkoholisierung ist eine Verstärkung der Alkoholwirkung möglich.