

Aus dem Institut für gerichtliche Medizin der Universität Budapest
(Vorstand: Prof. Dr. Gy. INCZE).

Zur Blutplanktonfrage beim Tod durch Ertrinken.

Von

Prof. Dr. Gy. INCZE, Dr. L. TAMÁSKA und Dr. J. GYÖNGYÖSI.

Einer von uns (INCZE) wies in den Jahren 1941—1951 im Institut für gerichtliche Medizin der Szegediner und Budapester Universität bei 67% der Fälle von 87 Ertrunkenen in deren Blut sowie in den Organen aus den Lungen resorbiertes Plankton nach. Im Budapester Institut untersuchte GYÖNGYÖSI in den Jahren 1947—1949 weitere 8 Fälle mit positivem Ergebnis, TAMÁSKA fand ebendort im Jahre 1947 bei Ertrunkenen in 10 Fällen Plankton im Knochenmark. Im Jahre 1952 beobachteten wir in unserem Institut bei weiteren 10 Fällen eine Planktoneinschwemmung in die Blutbahn. Die Untersuchungen erstreckten sich hauptsächlich auf Diatomeen (Bacillariophyta). Über die Untersuchung dieses Materiales berichteten wir in mehreren Veröffentlichungen in ungarischer Sprache.

Vor einiger Zeit gab INCZE (1951) die Ergebnisse seiner Untersuchungen bekannt. Da BÖHMER 1940 auf Grund einer Übersicht der damaligen Fachliteratur — mit Recht — feststellte, daß die Planktonresorption beim Ertrinken noch nicht einheitlich bewiesen wurde, stehen unter den späteren Angaben besonders unsere Untersuchungsergebnisse zu dieser Feststellung in einem gewissen Gegensatz. In dieser Mitteilung sollen einige Angaben zur Größe und Anzahl der resorbierten Planktonbestandteile sowie zur Technik der Untersuchung mitgeteilt werden.

Trotz der Erfahrungen von 10 Jahren hatten wir aus unseren bisherigen Untersuchungen nur eine einzige entschiedene Folgerung gezogen, nämlich daß beim Ertrinken im planktonhaltigen Wasser Plankton aus der Lunge in das Blut und in die Organe bei einem nennenswerten Teil der Fälle zumindest in nachweisbarer Menge resorbiert wird. Diese Menge ist natürlich je nach der Planktondichte des eingeatmeten Wassers, dem Grade bzw. Dauer des Erstickungsvorganges, und nach der Todesart im Wasser überhaupt, äußerst verschieden, und der Nachweis der Planktoneinschwemmung hängt auch von der Technik der Untersuchung, sowie von der Übung und Routine im Erkennen der Planktonelemente wesentlich ab.

Es kann auffallend erscheinen, daß nach unseren Untersuchungen 40—60 μ große, ja sogar noch größere Diatomeen aus den Lungen in die Blutbahn eingeschleppt werden können. Diese Möglichkeit wird aber durch die beim Ertrinken entstehenden und vielfach nachgewiesenen

Gewebsrisse in den Lungen verständlich. Nach unseren Erfahrungen werden *im allgemeinen* eher die auch sonst überwiegend kleineren scheibenwalzenförmigen Centrales und unter den Pennales deren kleinere Formen resorbiert, Ausnahmen kommen aber gar nicht selten vor. Nach dem bekannten Planktonforscher HUSTEDT z. B. hat unter den 4 Cymatopleuraformen nur die *C. solea* eine minimale Länge von 30μ und 12μ Breite, während die anderen 3 Formen sogar $200\text{--}300 \mu$ lang sein können. Nun fanden WEINIG-PFANZ unter 24 resorbierten Diatomeen 5 Cymatopleura. Es scheint uns durchaus unwahrscheinlich, daß alle diese 5 Exemplare gerade die kleinsten dieser ziemlich großen Diatomeenart gewesen wären. Es ist anzunehmen, daß die größeren Diatomeen während des Erstickungsvorganges nicht in die Alveolen, in die alveolären Gänge, sondern in die oben erwähnten Gewebsrisse gelangen, und von dort aus in die geöffneten größeren Venen gelangen. Auch B. MUELLER ist der Ansicht, daß die Planktonresorption teilweise durch derartige Gewebsrisse vor sich geht. Die bisherigen Erfahrungen beweisen jedenfalls, daß die kleineren Diatomeen sowie auch die kleineren Bruchteile in größerer Anzahl im Blut zu finden sind.

Bedeutend auffallender ist vielleicht, daß wir im Blut, sowie in den Organen, in mehreren Fällen verhältnismäßig viele Diatomeen gefunden haben. Wenn man in Betracht zieht, daß BUHTZ-BURKHARDT bei 3 Ertrunkenen in beiden ganzen Lungen zusammen nur 2035, 1554 bzw. 500 Diatomeen bemerkten, B. MUELLER-GORGS im Blut und in den Organen eines Ertrunkenen und mehrerer Versuchstiere nach einem minutenlangen, mitunter $\frac{1}{2}$ Std dauerndem Suchen nur vereinzelte Diatomeen fanden, und WEINIG-PFANZ bei 6 Ertrunkenen in 171 Schnittpräparaten verschiedener Organe zusammen nur 24 Diatomeen feststellten, könnte man darauf schließen, daß die Zahl der resorbierten Planktonbestandteile in allen Fällen außerordentlich gering sei, und die Mitteilung von INCZE, daß er im Blut und in den Organen in mehreren Fällen über 1000, manchmal mehrere 1000 Diatomeen bemerkte, könnte sogar Anlaß geben, die Zuverlässigkeit seiner Untersuchungen zu bezweifeln.

Über die Menge und Zahl der Blutplanktonbestandteile gibt uns die ältere Literatur keinen Aufschluß. B. MUELLER-GORGS (1949) benutzten zu ihren Versuchen mit Ausnahme von 2 Katzen, ganz kleine Tiere und zwischen Ratten mit einem Gewicht von $200\text{--}300$ g. Bei so kleinen Tieren sind die anatomischen Voraussetzungen für die Planktonresorption aus den Lungen weniger günstig. Eine so dichte Kieselgursuspension, die bei ihren Experimenten auch eine Beobachtung der Tiere während des Erstickens erschwerte, kann bei kleineren Tieren einen Teil der Luftwege schon vor dem alveolären Gang verstopfen, und dadurch die Resorptionsmöglichkeit ebenfalls verringern, und trotzdem fanden

B. MUELLER-GORGS in den untersuchten Organen — mit Ausnahme der Milz — bei sämtlichen Tieren Diatomeen. Zahlenmäßige Daten werden von diesen Forschern nicht angegeben, sie bemerkten jedoch im Blut der linken Herzhälfte viele („so viele . . .“) Tonbestandteile, und stellen auf S. 8 im letzten Absatz fest, daß die Diatomeen „wenn auch nicht in allzu großer Anzahl“ in die Blutbahn hineindringen. Von einer außerordentlich geringen Anzahl der Schwebekörper kann hier also schwerlich die Rede sein.

H. BUSCH (1950), über dessen Untersuchungen wir nur in einer Anführung von WEINIG-PFANZ lesen konnten, benutzte zu seinen Versuchen mit Kaninchen ebenfalls eine milchig trübe Kieselgursuspension. Seine zahlenmäßigen Angaben über resorbiertes Plankton sind uns nicht bekannt, wir können jedoch daraus, daß er Unterschiede bei der Verteilung der Diatomeen in den Organen bemerkte, darauf schließen, daß die Menge des resorbierten Planktons nicht unbedeutend sein konnte.

WEINIG-PFANZ wiesen in ungefärbten, „optisch leeren“ Schnittpräparaten in Organen von 6 Ertrunkenen Diatomeen nach. Das Ertrinken geschah zu einer Jahreszeit, in der das Wasser (Fluß) reichlich Diatomeen enthielt. Diese Untersuchungen könnten schon eher für beiläufige Berechnungen geeignet sein. Unter den übrigens wenigen Diatomeen wurden die meisten (11) in den Nieren angetroffen:

im 1. Fall in 5 Schnitten 1 Diatomee	im 4. Fall in 8 Schnitten 2 Diatomeen
2. „ „ 6 „ 2 Diatomeen	5. „ „ 4 „ 1 Diatomee
3. „ „ 8 „ 1 Diatomee	6. „ „ 10 „ 4 Diatomeen

Also in jedem 5. Schnitt wurde wenigstens 1 Diatomee gefunden. Für eine gleichmäßige Verteilung der Planktonelemente in einem Organ sprechen bisher keine sichere Angaben. Bei unseren eigenen Untersuchungen mit Zerstörungsverfahren an verschiedenen Nierenteilen fanden wir oft in allen Nierenteilen — wenn auch nicht immer — zahlreiche Diatomeen, eine zahlenmäßige Auswertung des Diatomeengehaltes aus den einzelnen Nierenstücken wurde aber nicht durchgeführt. Die Größe der Nierenschnitte von WEINIG-PFANZ kennen wir nicht. Wir nehmen ganze Querschnitte an. Aus einem 6 cm langen Mittelstück der ungefähr 10—12 cm langen gesunden Niere beim Erwachsenen können in einer lückenlosen Serie 6000 Stück, 10 μ dicke, mehrere Quadratzentimeter breite große Querschnitte angefertigt werden. Vorausgesetzt je 1 Diatomee in jedem 5. Schnitt, so würde eine Niere — ohne Diatomeengehalt der mindestens 1—2 cm langen Nierenpole — 1200 Diatomeen enthalten. Nach dieser beiläufigen Berechnung wäre also gar nicht sonderbar, daß INCZE in manchen Fällen in 100 g einer Niere mehrere Hundert Diatomeen gefunden hat. Er gibt aber in dem Beispiel Nr. 4 (*Acta morph. acad. scient. hung.*) auch einen solchen Fall bekannt, in dem ebenfalls beim Ertrinken in diatomeenreichem Wasser

und bei einem „klassischen“ Sektionsbefund für Ertrinken, in den Herzhöhlen und in je 100 g der Organe im ganzen nur 170 Diatomeen vorgefunden wurden (in den Nieren 16, bzw. 24 Diatomeen). Nach unseren Erfahrungen werden beim Ertrinken im planktonarmen Wasser oder im Fall eines zur Resorption ungeeigneten Erstickungsmechanismus nur so wenige Diatomeen resorbiert, daß auch mehrere Tropfen des anorganischen Sediments nach Organzerstörung nacheinander keine einzige Diatomee enthalten, und in anderen wiederum nur verstreut Plankton zu finden ist. Wenn man mit sehr wenigem Material arbeitet und kein Plankton findet, heißt das nicht, daß keine Planktoneinschwemmung in die Blutbahn stattgefunden hat.

Wir sind noch sehr weit davon entfernt, auch nur annähernde Daten über die Gesamtmenge des resorbierten Planktons zu haben. Dazu werden noch weitere jahrelange Untersuchungen notwendig sein, vor allem am menschlichen Material. Vorläufig ist es eine zweitrangige Frage, ob der eine Forscher mehr und der andere weniger Plankton im Blut und in den Organen findet. Das Wesentliche ist, daß die Untersuchung der Planktonresorption heute schon einen gangbaren Weg zum Beweis des Todes durch Ertrinken bedeutet. Das Blutplankton kann natürlich die Bedeutung des mit einer richtigen Kritik bewerteten Lungenplanktons nicht verringern.

Wir geben hinsichtlich der *Technik der Untersuchung* hier einen weiteren Fall bekannt, der von verschiedenen Gesichtspunkten aus lehrreich ist. Bei diesem Fall konnte kein auf Ertrinken hinweisender Sektionsbefund behoben werden, es fanden sich ziemlich schwere chronische Veränderungen an den Organen, das Lungenplankton war gering und daher konnte der Beweis des Todes durch Ertrinken hauptsächlich auf Grund der Untersuchung des Blut- bzw. Organplanktons gefunden werden. Die Untersuchung der Planktoneinschwemmung wurde nicht mit dem Zerstörungsverfahren vorgenommen, auch nicht mit Einbettungsmethoden, sondern nur mit einer *Hämolyse* des Materials.

Ein 31jähriger Alkoholiker wurde seit 1 Woche vermißt. Wetter kühl, regnerisch, bewölkt. Die Leiche wurde am 29. 10. 52 aus der Donau geborgen. Obduktion am 31. 10. 52. Auszug aus dem Sektionsprotokoll (San.-pol. Obd. Nr. 2193, 1952): Keine Fäulnis, geringe Waschhautbildung an den Handflächen und Fußsohlen. Keine Verletzung. An beiden Seiten fast totale, schwartige Pleuraverwachsungen, auch mit dem Herzbeutel. Herz 540 g schwer, $15 \times 15 \times 6$ cm groß. Herzkammern erweitert, die Trabekel gedrückt, Kammerwand links 15 mm, rechts 5—6 mm dick, zäher, schwielenfrei. Das dicke subepikardiale Fettgewebe dringt tief in die Muskulatur der rechten Kammer ein. Die Aorta hat an der Abgangsstelle einen Umfang von 82 mm, die Lungenschlagader 80 mm. Geringe Atherosklerose. In der linken Herzhälfte 5 g, in der rechten 200 g locker geronnenes, teils dickflüssiges Blut. Das Blut auch sonst locker geronnen. Mäßiges Lungenödem. Keine Fremdkörper in den Luftwegen. Magen leer. Allgemeine Stauungsinduration. Alkohol negativ.

Es wurden einige Quadratcentimeter große subpleurale Teile aller Lungenlappen ausgepreßt, der Preßsaft mit destilliertem Wasser hämolysiert und beim mehrfachen Auswaschen zentrifugiert. Das übrige subpleurale Lungengewebe wurde für Zerstörungsverfahren aufbewahrt. Im Sediment des Preßsaftes fanden sich so wenig Diatomeen (nur 2—4 in je einem Sedimenttropfen), so daß kein besonderes Ergebnis von der Untersuchung des Blutes und der Organe erwartet werden konnte. Indem wir das Blut der linken Herzhälfte und 100 g Blut aus der rechten Herzhälfte, dann das Spülwasser der Herzhöhlen, schließlich 50 g Gewebe aus verschiedenen Stellen der Nieren in derselben Art behandelten und 40—40 Sedimenttropfen untersucht hatten, waren in der linken Herzhälfte 82, in der rechten 35, in den Nieren 54 Diatomeen zu finden, und zwar:

in der linken Herzhälfte:	in der rechten Herzhälfte:	in den Nieren:
35 Cyclotella	27 Cyclotella	30 Cyclotella
13 Melosira	3 Melosira	8 Melosira
5 Cymbella	2 Naviculacea	7 Naviculacea
6 Synedra	1 Synedra (gebrochen)	2 Diat. vulgare
12 Naviculacea	2 Diat. vulgare	2 Bacill. paradoxa
5 Diat. vulgare	<u>35</u>	2 Synedra
1 Diploneis		1 Diploneis
2 Cocconeis		2 Cocconeis
2 Bacillaria paradoxa		<u>54</u>
1 Cymatopleura		
<u>82</u>		

Die größten waren: eine 110 μ lange Cymatopleura und eine 100 μ lange Synedra in dem Blut der linken Herzhälfte, eine 54 μ lange Naviculacea in der Niere. Der größte Durchmesser der zahlreichen Cyclotellae betrug 30 μ , der überwiegende Teil hatte einen Durchmesser von 5—10 μ . Die maximale Größe der Diatomeen in der linken Herzhälfte betrug nur 20 μ . Zerstreut fanden wir auch andere Planktonbestandteile (grüne Algen, Cyanophyten usw.), mit diesen wollen wir uns hier nicht befassen. Viele der Diatomeen hatten ihre organische Struktur bei behalten.

Auf Grund dieses Planktonbefundes konnte der Tod durch Ertrinken bewiesen werden; weitere Untersuchungen wurden nicht durchgeführt. Aus den Organen haben wir Material für Zerstörungsverfahren genommen. Natürlich bedeutete diese Untersuchung (Durchprüfung von 120 Sedimenttropfen) ein Mikroskopieren von mehreren Stunden. In der Praxis werden derart lange Untersuchungen nicht vorgenommen. Besonders wenn die Planktonresorption reichlicher ist, kann man mit einer Untersuchung von wenigerem Material auskommen, sonst wird ein anderes Verfahren (Anreicherungsverfahren) angewendet. Bei diesem Fall fanden wir schon in den ersten Sedimenttropfen mehrere Diatomeen.

Zur Technik der Untersuchung von Blut- bzw. Organplanktons bemerken wir die folgenden:

Das native oder *Hämolysierungsverfahren* hat mehrere Vorteile. Es kostet nichts. Im Falle eines ausgiebigeren Blutplanktons kann ein Gutachten schon bei der Obduktion abgegeben werden. Die organische Struktur der Diatomeen wird beibehalten, daher sind auch die kleinsten Formen leichter zu erkennen als deren farblosen Schalen, ferner kann das übrige organische Plankton auch beobachtet werden. Die Untersuchung von größerem Material nimmt viel Zeit in Anspruch. Eine genaue Bestimmung von zahlreichen Diatomeenformen ist nur an dem von organischen Bestandteilen freien, leeren Kieselpanzer möglich. Das native oder Hämolysierungsverfahren ist auch deshalb nicht für eine quantitative Bewertung geeignet, weil die menschlichen Gewebstrümmer, Fasern und Zellen, besonders die kleinen, farblosen Schalen verdecken können. Zum Auffinden der so verdeckten

Diatomeen, Algen usw. und zu deren näheren Definierung, ist es oft notwendig, die Fasern, Zellen usw. im Sedimenttropfen auseinanderzuschieben, die Formelemente zu bewegen und zu drehen. Man führt dies durch einen sanften Druck mit der Präpariernadel auf das Deckglas aus. Ist die Suspension zu dick, die Flüssigkeitsschicht gering, so fixiert sich das Material zwischen dem Objektträger und Deckglas, und die Trennung usw. mißlingt. Die Flüssigkeitsschicht trocknet übrigens auch verhältnismäßig schnell ein, deshalb muß man mit einem eventuellen Photographieren eilen.

Das *Zerstörungsverfahren* muß bei der Untersuchung von Blut-Organplankton sehr vorsichtig ausgeführt werden, da das resorbierte Plankton — im Gegensatz zu Lungenplankton — unverhältnismäßig geringer ist. Zum Erwärmen darf nur eine ganz kleine Bunsenflamme gebraucht werden, widrigenfalls können die Säuredämpfe einen Teil des auch sonst geringen Planktons mit sich reißen. Der anorganische Rückstand ist manchmal so gering, daß er in dem Zerstörungskolben, im Zentrifugat mit freiem Auge kaum sichtbar ist. Besonders die Zerstörung einer größeren Menge Blutes ist schwierig und langwierig. Wird der ganze anorganische Rückstand auf einmal in einer einzigen Röhre zentrifugiert und zerbricht die Röhre, so geht das teure Material verloren. Es ist daher ratsam, zuerst nur die Hälfte des Sediments zu zentrifugieren und zu waschen. Falls die Röhre zerbricht, erhalten wir von dem anderen Teil des Sediments, wenn dies eine Zeitlang stehengelassen wurde und Säure bzw. Spülwasser mit einer dünnen Pipette abgesaugt wurde, noch brauchbare, wenn auch nicht ganz säurefreie Präparate. Zur Prüfung eines ausgiebigeren Materials ist heute noch die Zerstörung mit Säuren das beste Verfahren, obzwar die dabei entstehenden Bruchteile eine zahlenmäßige Auswertung erschweren.

Das *eingebettete Material* ist besonders mit der von WEINIG-PFANZ angewendeten Methode in „optisch leeren“ Schnitten prüfbar. Der Schnitt hat den Vorteil, daß die Planktonbestandteile im Gewebe und in den Gefäßen in ihrer wirklichen Lage zu sehen sind, und das organische Plankton auch untersucht werden kann. Zu Beginn des Fixierens fließt viel Blut durch die glatten Schnittflächen des Organstückes heraus (Blutigwerden der Fixierungsflüssigkeit), dies kann einen gewissen Planktonverlust verursachen. Beim weiteren Behandeln des Gewebestückes und auch beim Schneiden usw. können einzelne Diatomeen herausfallen (s. auch bei WEINIG-PFANZ), am wenigsten bei in Celloidin oder in Gelatine eingebettetem Material, aus dem übrigens auch optisch leere Schnitte angefertigt werden können.

Nach unserer Ansicht unterliegt es heute — besonders auf Grund der Untersuchungen von B. MUELLER-GORGS, H. BUSCH, WEINIG-PFANZ und unseren eigenen Untersuchungen — keinem Zweifel, daß der Nachweis des Blut- und Organplanktons eine der besten Hilfen zur Feststellung des Todes durch Ertrinken ist. Die Voraussetzungen eines solchen Nachweises hängen jedoch von mehreren Umständen ab, und es fehlt uns noch eine Methode, die schon bei der Sektion zu einer Orientierung in allen Fällen geeignet ist. In unserem Institut sind weitere Untersuchungen zur Ausarbeitung einer derartigen Methode im Gange. Wir fanden in der uns zugänglichen Literatur keine weiteren Angaben über die Planktonresorption. Das ältere Schrifttum (REINSBERG, DÖHNE, PALTAUF, CORIN-STOCKIS, ZIEMKE, REVENSTORF, PASCHUKANIS, ASCARELLI, FRAENCKEL-STRASSMAN, ROSANOFF, WERTOGRADOFF, SEREBRIANIKOW-GOLAJEV u. a.) ist zum Teil in dem Referat von

BÖHMER, teils in unseren Veröffentlichungen zu finden, obzwar dieses nicht als vollständig angesehen werden kann. Es ist klar, daß auch unsere Untersuchungen am menschlichen Material (über 100 Fälle) wie auch unsere, hier nicht angeführten Tierexperimente nur eine Bestätigung von positiven — wenn auch spärlichen — Angaben des älteren Schrifttums sind.

Literatur.

BÖHMER, K.: Stichwort, Tod durch Ertrinken. In Handwörterbuch der gerichtlichen Medizin, herausgeg. von NEUREITER, PIETRUSKY u. SCHÜTZ, S. 751. Hier älteres Schrifttum. Berlin: Springer 1940. — BUHTZ, G., u. W. BURKHARDT: Dtsch. Z. gerichtl. Med. **29**, 469 (1938). — BUSCH, H.: Das Verhalten von Diatomeen im großen Kreislauf und ihr Nachweis im „optisch leeren“ Gewebsschnitt. Diss. Erlangen 1950. — GYÖNGYÖSI, J.: Orv. Hetil. **1948**, 285. — HUSTEDT, F.: Bacillariophyta. In Süßwasserflora Mitteleuropas, herausgeg. von A. PASCHER, H. 10, S. 424. Jena: Gustav Fischer 1930. — INCZE, GY.: Magy. Path. Társ. Munkálatai **1941**, 57; **1942**, 133. — Edit. inst. med. forens. Univ. Budapest **1949**, 49. Alle drei Arbeiten mit deutscher Zusammenfassung. — Zbl. Path. **79**, 176 (1942). — JANKOVICH-EMLEKKÖNYV, S. 69. Debrecen 1944. — Die Bedeutung der Phytoplankton-Resorption beim Ertrinkungstod. Acta morph. (Budapest) **1**, 421 (1951). INCZE, GY., L. TAMÁSKA u. J. GYÖNGYÖSI: Orv. Hetil. **1951**, 1003. — JAAG, O.: Mikrobiologie im Dienste der Kriminalistik. Arch. Klaus-Stiftg **20**, 483 (1945). — MUELLER, B., u. D. GORGS: Dtsch. Z. gerichtl. Med. **39**, 715 (1948/49). — FRANZ, H.: Der Nachweis von Diatomeen im großen Kreislauf menschlicher Wasserleichen durch mikroskopische Untersuchung „optisch leerer“ Gewebsschnitte. Diss. Erlangen 1951. — TAMÁSKA, L.: Orv. Hetil. **1949**, 509. — WEINIG, E., u. H. PFANZ: Dtsch. Z. gerichtl. Med. **40**, 664 (1951).

Prof. Dr. GY. INCZE, Budapest, Institut für gerichtliche Medizin
der Universität.