

Zur Frage des Beweiswertes für das Auffinden von Diatomeen im großen Kreislauf*

E. BURGER

Institut für gerichtliche Medizin der Universität Heidelberg
(Direktor: Prof. Dr. B. MUELLER)

Eingegangen am 26. Februar 1968

Für die Diagnose eines Ertrinkungstodes gibt es auch heute noch keine sicheren und bei allen Fällen anwendbare Methoden, die in forensischer Hinsicht ausreichend sind. Die Forschung ist auf diesem Gebiet immer noch im Fluß und es wird nach den verschiedensten Richtungen hin, die einen Erfolg auf spezifische Merkmale versprechen, gearbeitet (GERIN u. Mitarb., SCHLEYER, REH u. a.).

Die ersten Vorschläge, den Nachweis von Diatomeenschalen als Beweismittel für die Diagnose des Ertrinkungstodes zu verwenden, machten BUETZ und BURKHARDT. Sie verglichen die in der Lunge mikroskopisch gefundenen Diatomeen mit jenen in der Ertrinkungsflüssigkeit. Bald stellte sich jedoch heraus, daß die Ertrinkungsflüssigkeit auch postmortal in die Lunge einzudringen vermag (INCZE, MUELLER, E. GORGS, MAY, REH). INCZE teilte 1942 vor der Gesellschaft ungarischer Pathologen mit, daß beim Ertrinken aspirierte Kieselalgenschalen auch in den großen Kreislauf gelangen. Er konnte dies durch Tierversuche belegen. MUELLER u. Mitarb. konnten dieses Ergebnis experimentell bestätigen. Es wurde sowohl im Tierversuch als auch an der Leiche nachgewiesen, daß in den Organen des großen Kreislaufes, insbesondere in der Leber und den Nieren nach Zerstörung der organischen Substanz in der Aufschlußlösung Diatomeen zu finden sind. WEINIG und PFANZ gelang der Nachweis von Diatomeen auch im sog. optisch leeren Schnittpräparat dieser Organe. Im Knochenmark wurden von MIKANI u. Mitarb. gleichfalls Diatomeen gefunden. Alle Untersucher haben Kontrolluntersuchungen nach ihrer jeweiligen Methodik durchgeführt und bei Nichtertrunkenen keine Diatomeen gefunden.

Von SPITZ wurde die Frage des Beweiswertes erneut aufgegriffen. Er fand bei der Untersuchung der Luft in Berlin mit Hilfe von Luftfiltrationsbändern, daß in dieser ein relativ hoher Gehalt an Kieselalgenschalen bestand. Den Diatomeennachweis in den Organteilen änderte er in der Weise ab, daß er die aus einem gewogenen Organteil gefundene Anzahl an Diatomeen auszählte. In nahezu allen untersuchten Fällen von Nichtertrunkenen fand er eine wechselnd kleinere bis größere Anzahl an Diatomeen in den Organteilen. In einem Untersuchungsfall, bei dem die Leiche nicht im Wasser gelegen hatte, fand er in 200 g Leber insgesamt 111 Diatomeen. Diese Ergebnisse wurden durch weitere Untersuchungen von SPITZ u. Mitarb. bestätigt. Messungen an Luftfiltrationsbändern in 13 Großstädten der Bundesrepublik durch SPITZ u. Mitarb. ergaben große Mengen der verschiedensten Formen von Diatomeen. Es liegt im Bereich der Wahrscheinlichkeit, daß Diatomeen mit der Atemluft in die Alveolen und in den großen Kreislauf gelangen. Daß

* Herrn Professor Dr. BERTHOLD MUELLER zum 70. Lebensjahr gewidmet.

corpusculäre Fremdkörper aus dem Magen-Darm-Kanal in den großen Kreislauf einzudringen vermögen, ist experimentell von VOLKHEIMER bewiesen worden. Die Ergebnisse von SPITZ wurden insbesondere von ROMMENEY u. Mitarb. eingehend an Hand einer größeren Anzahl von im Krankenhaus verstorbenen Personen überprüft. Es wurden in Lunge, Leber und Niere eine wechselnd hohe Anzahl an Diatomeen gefunden. In einem Fall wurden in der Niere die erstaunlich hohe Anzahl von 2389 Diatomeen ausgezählt.

Auch bei anderen Untersuchern (THOMAS und TIMPERMANN, PETERSOHN, JANITZKI, TAMASKA, STAAK u. a.) zeigte sich, daß man bei einer Intensivierung der Untersuchungsmethodik des öfteren in der Niere und der Leber eine gewisse Anzahl an Diatomeen finden kann, daß man aber andererseits nach einem regelrechten Ertrinkungsvorgang in natürlichen Gewässern, die Diatomeen enthalten, in den meisten Fällen eine weit größere Anzahl an Diatomeen vorfindet. Man wird unterstellen müssen, daß alle beteiligten Untersucher sorgfältig und kritisch bei ihren Untersuchungen vorgegangen sind. Trotzdem wird man für die erheblich abweichenden Befunde zunächst noch keine Überbrückung finden können. Eine Vergleichsmöglichkeit der Ergebnisse der einzelnen Untersucher wird offensichtlich nur dann bestehen, wenn die gleiche Untersuchungsmethodik angewandt wird. Wir hatten bisher den nassen Aufschluß mit rauchender Salpetersäure bei gleichzeitiger Anwesenheit von Schwefelsäure angewandt und 50 g Organteil verwendet. Von der Aufschlußflüssigkeit wurden aus dem Zentrifugat Teilmengen direkt naß mikroskopiert. Beim regelrechten Ertrinkungstod fanden wir dabei sehr häufig Diatomeen, während beim sog. Badetod und bei Kontrolluntersuchungen an Leichen, die nicht im Wasser gelegen hatten, keine Diatomeen gefunden wurden (BOEGL, LASCHGARI, MUELLER und WACHHOLZ). Wir haben inzwischen unsere Technik dahingehend abgeändert, daß das gesamte Sediment der Aufschlußflüssigkeit auf dem Objektträger eingetrocknet wird. Nach Zugabe von einem Einschlußmittel wird dann das Präparat im Dunkelfeldmikroskop auf Diatomeen ausgezählt. Es besteht somit die gleiche Untersuchungsmethodik, wie sie von SPITZ angewandt wurde. Nach der unten im einzelnen noch genau beschriebenen Methodik haben wir Leber und Niere von insgesamt 21 eigenen Sektionsfällen untersucht.

Eigene Untersuchungsmethodik

Die ausgeschnittenen und gewogenen Organteilproben wurden, nach vorherigem äußerlichem Abspülen mit destilliertem Wasser, in zuvor unbenutzte, gesäuberte Kjeldahlkolben von 500 ml Inhalt gebracht. Zur Auflösung des Gewebes wurde es zunächst mit 10 ml konz. Schwefelsäure auf dem Sandbad erhitzt. Zur weiteren Auflösung ließ man die Proben ohne Erwärmung über Nacht im Abzug stehen. Ein Überschäumen der Masse bei der dann nachfolgenden Zugabe von rauchender

Tabelle I. Übersicht über die untersuchten Fälle von Nichtertrunkenen mit Angabe der gefundenen Anzahl an Diatomeen in Leber und Niere

Sektion Nr.	Alter (Jahre)	Geschlecht	Todesart	Anzahl Diatomeen		Lfd. Nr.
				in Leber	in Niere	
S 475/65	24	männlich	Tod nach Verkehrsunfall	in 30 g 1 Stück	in 50 g 3 Stück	1
S 472/65	29	weiblich	Tod durch Überfahren	in 30 g 3 Stück	in 30 g 9 Stück	2
S 77/66	43	männlich	Tod nach Meningitis	in 150 g 3 Stück	in 200 g 1 Stück	3
S 91/66	25	männlich	akute Leberdystrophie	in 30 g 9 Stück	in 30 g 7 Stück	4
S 190/66	55	weiblich	Tod nach Urämie	in 30 g 10 Stück	—	5
S 234/66	33	männlich	Coronartod	in 30 g keine	in 30 g 3 Stück	6
S 259/66	38	weiblich	Schlafmittelvergiftung	in 50 g 9 Stück	in 50 g 8 Stück	7
S 287/66	1	weiblich	Tod aus innerer Ursache	in 25 g 10 Stück	in 25 g 9 Stück	8
S 289/66	52	weiblich	Schlafmittelvergiftung	in 30 g 4 Stück	in 30 g 3 Stück	9
S 365/66	85	weiblich	Tod nach Verkehrsunfall	in 30 g keine	in 30 g keine	10
S 396/66	40	männlich	Alkoholvergiftung	in 30 g keine	in 30 g keine	11
S 401/66	81	männlich	Schlafmittelvergiftung	in 30 g 8 Stück	in 30 g 12 Stück	12
S 470/66	38	männlich	E-605-Vergiftung	in 50 g keine	in 50 g keine	13
S 488/66	49	männlich	Herz Kreislauf Tod	in 30 g 11 Stück	in 30 g 4 Stück	14
S 525/66	25	männlich	Tod durch Schuß	in 20 g keine	in 20 g 1 Stück	15
S 526/66	34	weiblich	Schlafmittelvergiftung	in 20 g keine	in 20 g 2 Stück	16
S 527/66	59	männlich	Coronartod	in 20 g 2 Stück	in 20 g 4 Stück	17
S 536/66	30	männlich	Schlafmittelvergiftung	in 20 g 1 Stück	in 20 g keine	18
S 559/66	54	männlich	Tod nach Verkehrsunfall	in 50 g 7 Stück	in 50 g 8 Stück	19
S 62/67	48	männlich	Tod aus innerer Ursache	in 30 g 9 Stück	in 30 g 13 Stück	20
S 69/67	24	weiblich	Tod nach Verkehrsunfall	in 30 g 8 Stück	in 30 g 2 Stück	21

Tabelle 2. *Untersuchte Fälle von Ertrunkenen mit Angabe der gefundenen Anzahl an Diatomeen in Organenteilen*

Sektion Nr.	Anzahl Diatomeen in		
	Leber	Niere	Gehirn
S 128/66			in 46 g 4 Stück
S 275/66	in 30 g 4 Stück	in 30 g 19 Stück	
S 345/66	in 30 g 30 Stück		in 30 g 6 Stück
S 347/66	in 30 g 18 Stück	in 30 g 45 Stück	
S 361/66	in 30 g mehr als 300 Stück	in 30 g mehr als 500 Stück	
S 363/66	in 30 g 8 Stück	in 30 g 10 Stück	
S 393/66	in 20 g 12 Stück	in 20 g mehr als 100 Stück	
S 422/66	in 20 g 8 Stück	in 20 g 12 Stück	
S 475/66	in 30 g 2 Stück	in 50 g 26 Stück	
S 83/67	in 30 g 31 Stück	in 30 g 25 Stück	
S 91/67	in 30 g 6 Stück	in 30 g 15 Stück	
S 133/67	in 30 g 15 Stück	in 30 g 26 Stück	
S 144/67	in 30 g 14 Stück	in 30 g 6 Stück	
S 146/67	in 30 g 32 Stück		
S 158/67	in 30 g 12 Stück	in 30 g 80 Stück	
S 160/67	in 30 g 5 Stück	in 30 g 3 Stück	
S 231/67	in 30 g keine	in 30 g 19 Stück	
S 232/67	in 25 g 11 Stück		
S 237/67	in 30 g 24 Stück		
S 240/67	in 28 g 17 Stück		
S 263/67	in 28 g 2 Stück	in 28 g 15 Stück	
S 266/67	in 25 g 24 Stück	in 25 g 20 Stück	
S 279/67	in 50 g 3 Stück	in 50 g 19 Stück	

Salpetersäure wurde damit vermieden. Rauchende Salpetersäure wurde anschließend solange zugegeben und immer wieder durch Erhitzen auf dem Sandbad abgekocht, bis die Lösung klar wurde. Ein Erhitzen soweit, daß Nebel der Schwefelsäure entstehen, muß dabei tunlichst vermieden werden, da sonst die Gefahr der Ausscheidung von Calciumsulfat besteht, welches nicht mehr in Lösung zu bringen ist. Die erhaltene, klare Aufschlußlösung wurde zur Entsäuerung und Entsalzung zunächst bei 3500 U/min zentrifugiert, dann mit Hilfe der Wasserstrahlpumpe und angeschlossener Pipette die klare Flüssigkeit von oben her weit-

gehend abgesaugt, dann destilliertes Wasser in das Zentrifugenglas aufgefüllt und wieder zentrifugiert. Dieser Vorgang wurde solange wiederholt, bis die Waschflüssigkeit nicht mehr mineralsauer reagierte, d.h. die beim nachfolgenden Eintrocknen störende Schwefelsäure vollkommen entfernt war. Das Sediment mit etwa 2 ml Flüssigkeit wurde mittels einer Tropfpipette nach und nach auf einen Objektträger, der auf einem Heiztisch von 150—200 °C lag, eingetrocknet. Es wurde der Heiztisch nach KOFLEK verwendet. Die Einbettung des Präparates erfolgte in einem Einschlußmittel von Zeiß W 15 n_D 1,515. Die Auszählung erfolgte im Dunkelfeld bei 200facher Vergrößerung. Die einzelnen Präparate wurden im Ganzen durchmikroskopiert und die gefundenen Diatomeen nach Form und Lage im Präparat schematisch aufgezeichnet. Es wurden nur solche Schalenfragmente registriert, die eindeutig als Diatomeen erkannt worden waren. Im Laufe der Verarbeitung der Proben wurde peinlichst darauf geachtet, daß kein Staub aus der Luft in das Untersuchungsmaterial gelangen konnte. Die nach dieser Methode gefundene Anzahl an Diatomeen ist in der Tabelle 1 aufgezeichnet.

Nach der oben beschriebenen Methodik wurden Leber und Nieren von Personen untersucht, die nach den ganzen Umständen regelrecht ertrunken waren. Die Ergebnisse sind in der vorstehenden Tabelle 2 aufgezeichnet.

Besprechung der Ergebnisse und Zusammenfassung

Bei unseren untersuchten 21 Fällen von Nichtertrunkenen, die ohne besondere Auswahl aus eigenem Sektionsmaterial stammten, fanden sich im überwiegenden Teil der Fälle eine kleine Anzahl an Diatomeen in der Leber und in den Nieren. Als höchste Anzahl fanden wir einmal in 30 g Niere 13 Stück. Diese Befunde stehen somit in Einklang zu den Ergebnissen von SPITZ u. Mitarb. Bei den nach der gleichen Methode untersuchten Organproben von regelrecht ertrunkenen Personen fanden wir wesentlich mehr Diatomeen, mindestens 12 Stück pro 20 g Organteil, meist 25—100 und auch mehr. Es besteht also ein deutlicher Unterschied. Es wird notwendig sein, mit der gleichen Methodik weitere Untersuchungen durchzuführen, um zu sehen, ob sich aus den Ergebnissen eine Grenzzahl bei Nichtertrunkenen ermitteln läßt. Wäre diese Grenzzahl an Diatomeen bei dem Untersuchungsmaterial in der gerichtsmmedizinischen Praxis überschritten, so würde dieser Befund auch jetzt noch als wesentliches Indiz für einen Ertrinkungstod verwertbar sein. Werden bei einer Untersuchung keine Diatomeen oder nur sehr wenige gefunden, so sagt der Befund nichts aus. Wir möchten anregen, daß auch andere Untersucher ihre Ergebnisse mitteilen, so daß man danach die Resultate vergleichen kann.

Discussion and Summary

In 21 obduction cases of persons, who were not drowned, a few number of diatoms could be detected in liver and Kidney. Only in one case we found as many as 13 diatoms in 30 g kidney. These findings are in accordance with the results of SPRITZ and co-workers. In parts of liver and kidney of persons, who had drowned, we found fare more diatoms than in other cases, concerning persons, who had not drowned. We found at least 12 diatoms in 20 g of organ, often 25 to 100 and even more. It will be seen from the above, that there is a significant difference. It would be necessary to make further investigations with the same method. Thus one may find a limit number of diatoms on persons, who had not drowned. Any number of diatoms found in examined material exceeding the limit number, could be valued as significant proof for death caused by drowning. Should only a few diatoms or none at all be found upon examination, this result would not give any evidence. We would suggest that other examination results should also be published, so that these results can be compared.

Literatur

- ADAMSZEK, E.: Experimentelle Versuche über die Ertrinkungsdiagnose durch Diatomeennachweis. Med. Diss. Heidelberg 1949.
- ANDRIANOV, L. P.: Zur gerichtsmmedizinischen Bedeutung des Pseudoplanktons für die Diagnose des Ertrinkungstodes. Sud-med. Ékspert. 5, Nr 1, 20 (1962).
- BOEGL, P.: Über den Planktonnachweis zur Diagnose des Ertrinkungstodes und das Vorkommen von Diatomeen im Knochenmark Nichtertrunkener. Med. Diss. Heidelberg 1966.
- BUHTZ, G., u. W. BURKHARDT: Die Feststellung des Ertränkungsortes aus dem Diatomeenbefund der Lungen. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 29, 469 (1938).
- FALLANI, M.: La dimostrazione ed il significato della presenza delle „alghe“ nel sangue degli annegati. Minerva med.-leg. 84, 131 (1964).
- GERIN, C., A. CARELLA, P. FUCCI, S. MERLI e ROTA M. ANGELINI: I problemi medico-legalu dell' annegamento. Zacchia 40, 1 (1965).
- INCZE, G., L. TAMASKA u. J. GYÖNGYÖSI: Zur Blutplanktonfrage beim Tod durch Ertrinken. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 43, 517 (1955).
- JÄÄSKELÄINEN, A. J.: Diatomeenbefunde in Wasserleichen. Eine Methode zur quantitativen Messung der Diatomeen im Organismus. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. 61, 41 (1967).
- JANITZKI, U.: Zur Frage der Sicherheit des Diatomeennachweises beim Ertrinkungstod. Arch. Kriminol. 134, 24 (1964).
- LASCHGARI, J.: Untersuchungen zum Diatomeennachweis in Organen von Leichen, die weder ertrunken sind noch im Wasser gelegen haben. Med. Diss. Heidelberg 1965.
- MIKAMI, Y., M. KANDA, O. KAMIMURA, and O. OKUYAMA: Experimental study and practice on the detection of vegetative planktons in the bone marrow of the drowned dead body. Acta Med. Okayama 13, 259 (1959). Ref. in dieser Z. 50, 498 (1960).

- MUELLER, B.: Experimentelle Untersuchungen über den Ertrinkungstod. *Diese Z.* **37**, 715 (1943).
- Gerichtliche Medizin, S. 422. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1953.
- In welchen Gewässern besteht die Möglichkeit der Diagnose des Ertrinkungstodes durch Diatomeennachweis? *Zacchia* **34**, 1 (1959).
- Zur Frage des Vorkommens von Diatomeen in Organen von Leichen, die nicht im Wasser gelegen haben. *Diese Z.* **54**, 267 (1963).
- Sul problema della presenza di diatomee in organi di sogetti non annegati. *Minerva med.-leg.* **86**, 245 (1966).
- , u. D. GORGS: Studien über das Eindringen von corpusculären Wasserbestandteilen aus den Lungenalveolen in den Kreislauf während des Ertrinkungsvorganges. *Diese Z.* **39**, 715 (1949).
- NAEVE, W.: Zur praktischen gerichtsmedizinischen Anwendung des Diatomeennachweises im „großen Kreislauf“. *Diese Z.* **45**, 364 (1956).
- PETERSOHN, F.: Diatomeen bei Wasserleichen. *Diese Z.* **54**, 376 (1963/64).
- PONSOLD, A.: Die Feststellung der zu Lebzeiten eingetretenen Eindickung und Verdünnung des Blutes an der Leiche mittels Hämatokritbestimmung am flüssig gebliebenen Blut der rechten Herzhälfte. *Diese Z.* **26**, 225 (1936).
- Lehrbuch der gerichtlichen Medizin, S. 326. Stuttgart: Georg Thieme 1967.
- PROKOP, O.: Forensische Medizin, S. 123. Berlin: Volk und Gesundheit 1966.
- REH, H.: Vergleichende tierexperimentelle Untersuchungen über die Ertrinkungslunge. *Acta Med. leg. soc. (Liège)* **16**, 61 (1963).
- Zur Spezifität der sogenannten Ertrinkungslunge. *Diese Z.* **54**, 45 (1963).
- ROMMENEY, G., K. KLOOS, J. GERLOFF u. V. GESSLER: Diatomeenbefunde in menschlichen Organen, in der Luft und im Wasser. An den Grenzen von Medizin und Recht, S. 148. Stuttgart: Ferdinand Enke 1965.
- SANTINI, M., e A. DELL'ERBA: Ricerche sperimentali sulla penetrazione in circolo e sulla distribuzione del liquido annegante. *G. Med. leg.* **100**, 50 (1964). Ref. in dieser *Z.* **56**, 448 (1965).
- SCHIEBE, E., R. SCHWARZ u. K. GLAW: Vergleichende Untersuchungen zum Nachweis des Ertrinkungstodes. *Diese Z.* **51**, 395 (1961).
- SCHLEYER, F.: Untersuchungen über die Dichte des Herzblutplasmas beim Ertrinken und anderen Todesursachen. An den Grenzen von Medizin und Recht, S. 164. Stuttgart: Ferdinand Enke 1965.
- SCHNEIDER, V.: Versuche zum Beweiswert des Diatomeennachweises beim Ertrinkungstod. *Diese Z.* **59**, 188 (1967).
- SCHNIZLER, F.: Vergleichende Untersuchungen über den Diatomeengehalt in Leichenorganen Ertrunkener und Nichtertrunkener. *Med. Diss. Heidelberg* 1967.
- SPITZ, W. U.: Diagnose des Ertrinkungstodes durch den Diatomeennachweis in Organen. *Diese Z.* **54**, 42 (1964).
- , u. H. SCHMIDT: Weitere Untersuchungen zur Diagnostik des Ertrinkungstodes durch Diatomeennachweis. *Diese Z.* **58**, 195 (1966).
- u. W. FETT: Untersuchungen von Luftfiltrationsstreifen an verschiedenen Gebieten der Bundesrepublik auf ihren Diatomeengehalt. *Diese Z.* **56**, 116 (1965).
- , and V. SCHNEIDER: The significance of diatoms in the diagnosis of death by drowning. *J. forens. Sci.* **9**, 11 (1964).
- STAAK, M.: Kritische Bemerkungen zur Spezifität des Diatomeennachweises. Vortrag auf der Tagg der Dtsch. Ges. für gerichtliche Medizin, Oktober 1966 in Freiburg i. Br. erscheint in dieser *Z.*
- TABBARA, W., et L. DÉROBERT: Note technique sur les diatomées. *Ann. Méd. lég.* **42**, 613 (1962).

28 E. BURGER: Beweiswert für das Auffinden von Diatomeen im großen Kreislauf

- TAMASKA, K.: Über den Diatomeennachweis im Knochenmark. *Diese Z.* **51**, 398 (1961).
- THOMAS, F., VAN HECKE, and J. TIMPERMANN: The detection of diatoms in the bone marrow as evidence of death by drowning. *J. forens. Med.* **8**, 142 (1961). Ref. in dieser *Z.* **52**, 645 (1961/62).
- TIMPERMANN, J.: Bemerkungen zur Diatomeenfrage. Diskussionsbemerkung auf der Tagg der Dtsch. Ges. für gerichtliche Medizin, Oktober 1966 in Freiburg i. Br. (erscheint in dieser *Z.*).
- VIERLING, G.: Nachweis über das Eindringen von Diatomeen beim Ertrinkungsvorgang in die Organe Lunge, Herz, Leber und Gehirn. *Med. Diss. Heidelberg* 1951.
- VOLKHEIMER, G., H. JOHN, H. WENDLAND, H. OLEJNIEZAK, G. WERNER, W. SCHMIDT, G. WAGNER, M. SEEBO u. H. HACKBARTH: Quantitative Untersuchungen zum Herbst-Effekt. *Dtsch. Gesundh.-Wes.* **20**, 1685 (1965).
- WACHHOLZ, E. A.: Die Bedeutung der Diatomeen für die Diagnose des Ertrinkungstodes und über ihr Vorkommen in Organen von Leichen, die nicht im Wasser gelegen haben, unter besonderer Berücksichtigung der Leberbefunde. *Med. Diss. Heidelberg* 1964.
- WEINIG, E., u. H. PFANZ: Zur Diagnostik des Ertrinkungstodes durch den Nachweis der Diatomeen im „optisch leeren“ Gewebeschnitt. *Diese Z.* **40**, 664 (1951).

Dr. rer. nat. E. BURGER

Institut für gerichtliche Medizin der Universität
69 Heidelberg 1, Voßstr. 2, Postfach 969