

Aus dem Institut für gerichtliche Medizin und Kriminalistik der Universität
Erlangen (Vorstand: Prof. Dr. Dr. E. WEINIG).

Zur Diagnostik des Ertrinkungstodes durch den Nachweis von Diatomeen im „optisch leeren“ Gewebsschnitt.

Von

E. WEINIG und H. PFANZ.

Nachdem B. MUELLER und D. GORGS die Mitteilung von GY. INCZE, daß beim Ertrinken Diatomeen aus den Lungenalveolen in den großen Kreislauf gelangen und in den parenchymatösen Organen nachgewiesen werden können, bestätigten, ist die Diagnose des Ertrinkungstodes wesentlich erleichtert. Dies ist namentlich bei der Untersuchung nicht mehr frischer Wasserleichen von ausschlaggebender Bedeutung.

Der Anregung von B. MUELLER und D. GORGS folgend, in den parenchymatösen Organen Ertrunkener nach Diatomeen zu fahnden, beobachtete der eine von uns (WEINIG) an Gefrierschnitten eines Ertrunkenen neben mäßigen Mengen von Diatomeen in peripheren Lungenteilen auch vereinzelt Diatomeen in der Niere und in der Leber. Die Kieselalgen waren jedoch nur sehr schwer auffindbar, da sie sich gegenüber dem Gewebe optisch nicht genügend heraushoben.

Ausgehend von den Erfahrungen von F. TIMM beim Auffinden von Schwermetallsulfidablagerungen im „optisch leeren“ Gewebsschnitt war aber zu erwarten, daß nach Aufhellen des Gewebsschnittes die Diatomeen im Dunkelfeld deutlich sichtbar werden müßten. Dies hat sich nach einigen Vorversuchen vollauf bestätigt, so daß es lohnend erschien, diese Untersuchungsmethode systematisch anzuwenden.

Die Herstellung der Präparate wurde nun in folgender Weise vorgenommen:

Nach *Alkoholfixierung* (70%) werden Organteile in die aufsteigende Alkoholreihe, hiernach in die Xylol-Paraffinreihe verbracht und anschließend in Paraffin eingebettet. Nach Anfertigung von dünnen Schnitten werden diese auf den Objektträger gebracht, mit Brombenzol vom Paraffin befreit und in einem Gemisch von Brombenzol-Canadabalsam (1:1) eingebettet. Durch die Imbibition des Gewebes mit dem Gemisch etwa gleich hoher Brechung werden Substanzen mit anderer Brechung, also auch Diatomeen, bei Dunkelfeldbeleuchtung als hellglänzende Gebilde erkennbar.

Es ist hervorzuheben, daß die Lösungen für die Anfertigung der Schnittpräparate staubfrei aufbewahrt, filtriert und daß Objektträger sowie Deckgläser ebenfalls vollkommen staubfrei gehalten werden müssen.

Die Betrachtung optisch leerer Gewebsschnitte erfordert eine gewisse Übung, denn in manchen Geweben finden sich teils im Protoplasma, teils im Zellkern feinste, lichtbrechende Substanzen, die zunächst die Aufmerksamkeit auf sich

lenken. Durch Größe und charakteristische Form sind die Diatomeen jedoch leicht auffindbar. Sie werden nur als zum Organ gehörig angesprochen, wenn sie im Gewebsniveau selbst, am besten in einer Capillare liegend, angetroffen werden, deren Umrisse durch entsprechende Spiegeleinstellung erkennbar gemacht werden können. Häufig beobachtet man Diatomeen auf dem Gewebsschnitt liegend. Nach unseren Erfahrungen handelt es sich dabei nicht um Verunreinigungen, sondern um offensichtlich beim Schneiden aus dem Gewebe herausgerissene Diatomeen.

Um auszuschließen, daß Diatomeen artefiziell in den histologischen Schnitt verschleppt werden, wurden Kontrollversuche angestellt, bei denen Organstücke von Leichen nicht durch Ertrinken zu Tode gekommener Personen in mit Kieselgur versetztem Alkohol fixiert wurden. Auch bei der weiteren Behandlung der Schnitte wurden alle sonstigen Vorsichtsmaßnahmen, wie Filtrieren der verwendeten Flüssigkeiten usw., nicht beachtet; trotzdem fand sich in zahlreichen Schnitten keine einzige Diatomee.

Zur Beantwortung der Frage, in welchen Organen nach dieser Methode die besten Aussichten für das Auffinden von Diatomeen bestehen, ist unter anderem eine milchige Kieselguraufschwemmung einem mit Urethan narkotisierten Kaninchen in die linke Herzkammer eingespritzt worden. Bei diesem Versuch, der von H. BUSCH vorgenommen wurde, ist das Tier 3 min nach der Injektion durch Drosseln getötet worden. Diese Art der Tötung wurde gewählt, um Kreislaufverhältnisse zu schaffen, wie sie dem Erstickungsvorgang entsprechen. Hierbei ergab sich folgende Verteilung der Diatomeen: Niere + + + +, Zwerchfell + + +, Halsmuskulatur + + +, Extremitätenmuskulatur + +, linkes Herz +, rechtes Herz +, Schilddrüse +, Großhirn +, Leber (+), Kleinhirn (+), Milz —, Hirnstamm —. Von jedem Organ waren hierbei zur Erzielung eines Durchschnittsgehaltes an Diatomeen 8 Schnitte angefertigt worden.

H. BUSCH hat ferner Kaninchen ohne Narkose in einer milchigen Kieselguraufschwemmung durch Versenken mit einem Drahtkäfig ertränkt. Die Diatomeenverteilung war folgende: Niere + + +, Großhirn + +, Halsmuskulatur + +, Zwerchfell +, Schilddrüse +, Kleinhirn +, linkes Herz (+), Leber (+), Extremitätenmuskulatur (+), rechtes Herz —, Milz —, Hirnstamm —.

Aus diesen Befunden ging hervor, daß sich die meisten Diatomeen in den Nierenschnitten finden und hier vorwiegend im Bereich der Arteriae lobulares, bis in die Vasa afferentia und sogar bis in die Glomeruluscapillaren hinein, was wegen der Länge der Diatomeen besonders bemerkenswert ist.

Im Anschluß an diese Versuche wurden die Organe von 6 *ertrunkenen Personen* in der angegebenen Weise untersucht (H. PFANZ). (Die pathologisch-anatomischen Befunde sprachen in allen Fällen mit mehr oder weniger großer Wahrscheinlichkeit für Tod durch Ertrinken.) Die Organstücke wurden so herausgeschnitten, daß in Niere, Leber und Milz etwas mehr peripherer gelegene Gewebsteile und im Gehirn vorwiegend Rindenteile getroffen wurden. Vom Herzen wurde die Muskulatur des linken Ventrikels verwendet, während bei Halsmuskulatur und Zwerchfell die Gewebsentnahme nicht auf bestimmte Stellen festgelegt war. Von einer Untersuchung der Lungen nach dieser Methode ist abgesehen worden, da durch die Möglichkeit des Herausfallens der Diatomeen aus den Alveolen kein wahres Bild über die Verteilung zu erwarten ist.

Die morphologische Bestimmung der Diatomeen erfolgte nach den Angaben von B. EYFERTH, R. KOLKWITZ, B. KASPAREK, C. LOEBER, G. BUHTZ und W. BURKHARDT. Wir sprachen grundsätzlich nur Diatomeen als solche an, wenn sie vollkommen erhalten waren und einwandfrei im Gewebsniveau lagen. Als Diatomeen „verdächtig“ bezeichneten wir solche Gebilde, bei denen es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um Diatomeenbruchstücke handelte. Fremdkörperchen, die im

Dunkelfeld aufleuchteten, ohne in ihrer Struktur klar bestimmbar gewesen zu sein, nannten wir corpusculäre Elemente. (Im folgenden verwendete Abkürzungen: Diatomee = Diat., Diatomeen-Verdacht = Diat.V., corpusculäres Element = c.E.)

Fall 1. B. H., ♀, 20 Jahre alt, verübte am 13. 8. 50 in einem Weiher bei K. Selbstmord durch Ertrinken. Sektion am 15. 8. 50.

Die mikroskopisch-histologischen Untersuchungen ergaben in

5 Nierenpräparaten	1 Diat.	2 Diat.V.	2 c.E.
5 Gehirnpräparaten	1 Diat.	4 Diat.V.	5 c.E.
5 Leberpräparaten	—	—	—
5 Herzpräparaten	—	—	—
5 Zwerchfellpräparaten	1 Diat.	1 Diat.V.	—
5 Halsmuskelpreparaten	—	1 Diat.V.	—

Fall 2. J. G., ♂, 2 Jahre alt, stürzte bei einem Kraftwagenunfall am 23. 4. 50, kurz nach 21 Uhr, mit dem Fahrzeug in die Aisch bei I. Der Fahrer des Wagens, ein Arzt, rettete das bewußtlose Kind aus dem mit Wasser gefüllten Wagen und machte erfolgreiche Wiederbelebungversuche. Nach der Verbringung in das Krankenhaus verstarb dort der Junge am 24. 4. 50 um 1 Uhr unter den Zeichen eines Herz-Kreislaufversagens. Sektion am 24. 4. 50.

Die mikroskopisch-histologischen Untersuchungen ergaben in

6 Nierenpräparaten	2 Diat.	1 Diat.V.	—
5 Leberpräparaten	1 Diat.	—	—
6 Herzpräparaten	—	—	—

Fall 3. A. L., ♀, 21 Jahre, vermißt seit dem 5. 5. 49, aufgefunden am 16. 5. 49 im Wasser einer Lehmkuhle bei L. Die polizeilichen Ermittlungen ergaben Selbstmord durch Ertrinken. Sektion am 18. 5. 49.

Die mikroskopisch-histologischen Untersuchungen ergaben in

8 Nierenpräparaten	1 Diat.	—	1 c.E.
8 Leberpräparaten	2 Diat.	—	1 c.E.
8 Milzpräparaten	—	2 Diat.V.	2 c.E.
8 Herzpräparaten	—	2 Diat.V.	—

Fall 4. H. T., ♂, 15 Jahre alt, ertrank am 12. 7. 49 beim Baden in einer betonierten Wassergrube in der Nähe von G. Sektion am 13. 7. 49.

Die mikroskopisch-histologischen Untersuchungen ergaben in

8 Nierenpräparaten	2 Diat.	1 Diat.V.	2 c.E.
6 Gehirnpräparaten	1 Diat.	—	4 c.E.
7 Leberpräparaten	1 Diat.	2 Diat.V.	—
6 Milzpräparaten	—	—	1 c.E.
5 Herzpräparaten	—	1 Diat.V.	2 c.E.

Fall 5. Unbekannte männliche Wasserleiche wurde am 23. 7. 50 in einem Weiher bei N. im Wasser treibend gefunden. Sektion am 24. 7. 50. Die Leichenveränderungen ließen annehmen, daß sich die Leiche seit etwa 8 Tagen im Wasser befand.

Die mikroskopisch-histologischen Untersuchungen ergaben in

4 Nierenpräparaten	1 Diat.	—	4 c.E.
4 Leberpräparaten	—	1 Diat.V.	—
4 Herzpräparaten	2 Diat.	—	7 c.E.
4 Zwerchfellpräparaten	—	—	—
4 Halsmuskelpreparaten	—	—	—

Fall 6. A. P., ♂, 56 Jahre alt, verübte am 27. 5. 50 in der Regnitz bei E. Selbstmord durch Ertrinken. Sektion am 30. 5. 50.

Die mikroskopisch-histologischen Untersuchungen ergaben in

10 Nierenpräparaten	4 Diat.	4 Diat.V.	5 c.E.
6 Gehirnpräparaten	2 Diat.	1 Diat.V.	2 c.E.
5 Leberpräparaten	—	—	—
4 Milzpräparaten	—	—	1 c.E.
5 Herzpräparaten	—	—	1 c.E.
5 Zwerchfellpräparaten	2 Diat.	—	5 c.E.
5 Halsmuskelpräparaten	—	—	—

Wie sich aus den angeführten mikroskopisch-histologischen Untersuchungen im „optisch leeren“ Gewebsschnitt im Dunkelfeld ergibt, konnte in jedem der angeführten Fälle die intravitale Aspiration von Diatomeen bewiesen werden.

Nach der Häufigkeit der Diatomeenbefunde geordnet waren in

41 Nierenpräparaten	11 Diat.	8 Diat.V.	17 c.E.
17 Gehirnpräparaten	4 Diat.	5 Diat.V.	11 c.E.
34 Leberpräparaten	4 Diat.	3 Diat.V.	1 c.E.
33 Herzpräparaten	2 Diat.	3 Diat.V.	10 c.E.
14 Zwerchfellpräparaten	3 Diat.	1 Diat.V.	5 c.E.
14 Halsmuskelpräparaten	—	1 Diat.V.	—
18 Milzpräparaten	—	2 Diat.V.	4 c.E.

Bei den 24 eindeutig positiven Diatomeenbefunden wurden folgende Diatomeenarten festgestellt:

8 Melosira-Formen, 5 Cymatopleura-Formen, 4 Nitzschia-Formen, 3 Pinnularia-Formen, 1 Navicula-Form, 1 Hantzschia-Form.

Überblickt man die Diatomeenbefunde in den Organen hinsichtlich ihrer Häufigkeit, so ergibt sich zwangsläufig die Frage nach der Durchblutungsgeschwindigkeit der einzelnen Organe. In der physiologischen Literatur finden sich für die arterielle Durchblutung folgende Zahlen:

Niere	250 cm ³ /100 g/min	(H. REIN und S. JANSSEN)
Herz	60 cm ³ /100 g/min	(P. MORAWITZ und A. ZAHN)
Gehirn	48 cm ³ /100 g/min	(E. OPITZ und M. SCHNEIDER)
Leber	27,5 cm ³ /100 g/min	(BURTON-OPITZ).

Es ist gewiß kein Zufall, daß die Reihenfolge der Diatomeenhäufigkeit größenordnungsmäßig der Reihenfolge der Durchblutungsgeschwindigkeiten von Niere, Gehirn und Leber entspricht. Die Ausnahmestellung der Diatomeenbefunde im Herzen mag vielleicht in den besonderen Strömungsverhältnissen im Bereiche der Abgänge der Coronararterien begründet sein. Der geringe Diatomeengehalt in der Milz entspricht der geringen Durchblutungsgeschwindigkeit dieses Organs.

Aus den Aufstellungen ergibt sich demnach — zugleich in Übereinstimmung mit den Tierversuchen von H. BUSCH —, daß bei der Untersuchung von Nierenschnitten die besten Aussichten für den Diatomeennachweis bestehen.

Zur Beantwortung der Frage, ob bei nicht durch Ertrinken zu Tode gekommenen Personen morphologische Bestandteile gefunden werden, die zu einer Verwechslung mit Diatomeen Anlaß geben könnten, wurden von 10 willkürlich ausgewählten Personen, die aus natürlichen Ursachen verstorben waren, je 5 Nierenpräparate in der beschriebenen Weise untersucht. Dabei kamen, neben mehr oder weniger reichlichen Krystallen oder Krystalloiden in den Harnkanälchen, in 5 Fällen noch Körperchen zur Darstellung, wie wir sie als corpusculäre Elemente angesprochen haben. In keinem Falle war jedoch eine Diatomee oder ein Diatomeen verdächtiges Gebilde zu erkennen gewesen. Die übrigen 5 Fälle waren in dieser Beziehung unauffällig.

Aus den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchungen ist zu schließen, daß die Untersuchung „optisch leerer“ Gewebsschnitte bei Dunkelfeldbeleuchtung, insbesondere der Nierenschnitte, geeignet ist, den Nachweis einer intravitalen Aspiration von diatomeenhaltigem Wasser zu sichern. Dazu ist sie relativ einfach und läßt sich in einem histologischen Laboratorium leicht durchführen. Sollte sich bei diatomeenarmen Gewässern ein negativer Befund ergeben, so ist dann noch die Anreicherungsmethode nach Organzerstörung zu wählen, wie sie B. MUELLER und D. GORGS vorgeschlagen haben.

Literatur.

- BUHTZ, G., u. W. BURKHARDT: Dtsch. Z. gerichtl. Med. **29**, 469 (1938). — BURTON and OPITZ: Quart. J. exper. Physiol. **4** (1911). — BUSCH, H.: Das Verhalten von Diatomeen im großen Kreislauf und ihr mikroskopischer Nachweis im „optisch leeren“ Gewebsschnitt. Diss. Erlangen 1950. — EYFERTH, B.: Einfachste Lebensformen des Tier- und Pflanzenreiches. Braunschweig 1900. — INCZE, GY.: Zbl. Path. **79**, 176 (1942). — KASPAREK, B.: Dtsch. Z. gerichtl. Med. **27**, 132 (1936). KOLKWITZ, R.: Pflanzenphysiologie einschließlich Hydrobiologie und Planktonkunde. Jena 1922. — LOEBER, C.: Über den Nachweis von Kieselalgen (Diatomeen) in den Lungen Erwachsener. Diss. Düsseldorf 1941. — MORAWITZ, P., u. A. ZAHN: Dtsch. Arch. klin. Med. **116**, 364 (1914). — MUELLER, B., u. D. GORGS: Dtsch. Z. gerichtl. Med. **39**, 715 (1949). — OPITZ, E., u. M. SCHNEIDER: Erg. Physiol. usw. **46**, 126 (1950). — PFANZ, H.: Der Nachweis von Diatomeen im großen Kreislauf menschlicher Wasserleichen durch mikroskopische Untersuchung „optisch leerer“ Gewebsschnitte. Diss. Erlangen 1951. — REIN, H., u. S. JANSSEN: Ber. Physiol. **42**, 567 (1928). — TIMM, F.: Dtsch. Z. gerichtl. Med. **20**, 582 (1933).

Professor Dr. E. WEINIG, Institut für gerichtliche Medizin der Universität,
(13a) Erlangen, Krankenhausstr. 2.