

- CORIN et STOCKIS: Bull. Acad. roy. Med. Belg. **4** (1909).
 EINHARDT: Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **46**, 235 (1957).
 INCZE: Verh. der Ges. ungarischer Pathologen 1940/41. Ref. Zbl. allg. Path. path. Anat. **79**, 176 (1942).
 —, TAMÁSKA, GYÖNGYÖSY: Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **43**, 517 (1955).
 KORNOBIS: Pamiet i zjadzu Medykow Sad. Warszawa 15—16 grudnia 1955.
 MUELLER: Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **19**, 488 (1932); **37**, 218 (1943); **41**, 400 (1952).
 — Zacchia **22**, I (1959).
 — u. GORGS: Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **39**, 715 (1949).
 NAEVE: Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **45**, 364 (1956).
 NORDMANN: Beitr. Silikoseforsch. Ber. Sept. 1952, Path. Tagg 59—64.
 ORSÓS: Orvosképzés **28** (1938).
 PALTAUF: Über den Tod durch Ertrinken. Wien 1888.
 REVENSTORF: Vjschr. gerichtl. Med., III. F. **27**, 274 (1904).
 — In LOCHTES Handbuch. Wiesbaden 1914.
 SCHRADER: Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **28**, 134 (1937).
 TAMÁSKA: Orv. Hetil. **16**, 509 (1949).
 — Excerpta med. (Amst.), Sect. V **3**, 596 (1950).
 TESSAR: Sud. lekar. **1** (1956).
 WALCHER: Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **26**, 193 (1936).
 WEINIG u. PFANZ: Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **40**, 664 (1951).

Dr. L. TAMÁSKA, Budapest/Ungarn, I. Bezirk Ponty-u 6
 Institut für gerichtliche Medizin der Universität Pécs
 (jetzt Wien IX, Berggasse 3/7)

H. REH (Düsseldorf): Tierexperimentelle Untersuchungen über das Pleuratrassudat bei Wasserleichen. (Mit 4 Textabbildungen.)

Das Pleuratrassudat ist bei älteren, bereits in Fäulnis übergegangenen Wasserleichen eine allgemein bekannte Erscheinung. Es beruht auf postmortalen Diffusionsvorgängen der „Ertrinkungsflüssigkeit“ in der Lunge und kann erfahrungsgemäß ein so beträchtliches Ausmaß annehmen, daß die Lungen geradezu auf einer rötlichen Flüssigkeit schwimmen.

Im einschlägigen Schrifttum ist das Pleuratrassudat bei Wasserleichen verhältnismäßig wenig gewürdigt worden; wenn, dann eigentlich nur im Zusammenhang mit den Leichenerscheinungen beim „Tod durch Ertrinken“ (DRAPER, RICHTER, REVENSTORF; LOCHTE-ZIEMKE-MÜLLER-HESS-HEY-WIETHOLD, MUELLER-WALCHER, WALCHER, BÖHMER, PONSOLD u. a.). Nur selten findet sich ein Hinweis darauf, daß beim Vorhandensein von Pleuraflüssigkeit in Wasserleichen kein sicherer Rückschluß auf einen Ertrinkungstod gezogen werden kann (STRASSMANN, LÖWENSTÄDT, HOFMANN-HABERDA). — Auf Grund zahlreicher Veröffentlichungen von LIMAN, ENGEL, LESSER, HOFMANN, CASPAR-LIMAN, BOHLORADSKY, FAGERLUND, HABERDA, REVENSTORF, WACHHOLZ-HOROSKIEWICZ, MUELLER et MARCHAND, LECLERQ et MARCHAND,

MUELLER, VIERLING und HOLDEN-CROSFILL wissen wir heute, daß die Ertrinkungsflüssigkeit auch nach dem Tode in die Luftwege und weiter bis in die Lunge eindringen kann. Lastet auf der Leiche ein gewisser Wasserdruck, so können die Flüssigkeitsbestandteile sogar bis in die peripheren, subpleuralen Lungenabschnitte vordringen (MUELLER, GORGS, MAY, INCZE-GYÖNGYÖSI). Nach MUELLER reicht hierfür ein Wasserdruck von 0,5 atü und nach INCZE-GYÖNGYÖSI sogar schon ein solcher von nur 0,5 m aus. Gleichartige Beobachtungen hat man auch nach kräftigem Bewegen der Leichen im Wasser gemacht (MUELLER, GORGS, MAY). Hierbei kommt es zu ausgedehnten Zerreißen der Alveolarsepten (WACHHOLZ, LEER, LÖWENSTÄDT, MUELLER u. a.). Auf Grund dieser Befunde ist es naheliegend anzunehmen, daß die postmortal in die Lungen eingedrungene Flüssigkeit mit fortschreitender Leichenfäulnis weiter bis in den Pleuraraum diffundiert und somit ein recht erhebliches Pleuratrassudat herbeiführt. Um diese Frage einmal eingehend zu überprüfen, haben wir umfangreiche Wasserdruckversuche sowohl an ertränkten als auch nichtertränkten, anderweitig getöteten Tieren durchgeführt.

Versuchsanordnung

Es wurden nüchterne Kaninchen beiderlei Geschlechts mit einem durchschnittlichen Körpergewicht von 2700 g benutzt. Menschliche Leichen standen uns für diese Zwecke nicht zur Verfügung. Als geeignete Tötungsart hatten wir die Luftembolie herausgefunden, da hierbei das Erfolgsorgan, die Lungen, am wenigsten geschädigt wurde im Gegensatz zum Genickschlag (Gefahr der Blutaspiration), zur Erstickung durch CO₂ (erhebliches Lungenemphysem mit zum Teil hämorrhagischem Ödem) oder zur akuten Atemlähmung z. B. in Evipan-Narkose (starke Hyperämie, mäßiges Ödem). Sodann wurde jeweils ein ertränktes und ein nichtertränktes Kaninchen gleichzeitig denselben Versuchsbedingungen unterworfen, indem die betreffenden Tiere in einer Kieselgur-Suspension einem ganz bestimmten Wasserdruck (bis zu 0,8 atü) über eine gewisse Zeitdauer (bis zu 3 Tagen) ausgesetzt wurden. Höhere Wasserdrucke wurden nicht angewandt, da diese außerhalb der üblichen Wassertiefen in größeren Strömen und Flüssen liegen (BERG, BÖHMER, GORGS, MUELLER). Die Versuche fanden in einem Überdruckapparat unter Ausnutzung des natürlichen Wasserleitungsdruckes während der warmen Jahreszeit in den Monaten Juni bis August statt. Der Ertrinkungsvorgang spielte sich in dem gleichen Milieu ab. Unabhängig von der Versuchsdauer wurde die Obduktion grundsätzlich erst nach einem 3tägigen Aufenthalt im Wasser durchgeführt, um hierdurch einen möglichst einheitlichen Fäulnisgrad bei den Tierleichen zu gewährleisten.

Ergebnisse

Bei dem relativ kleinen Thorax der benutzten Versuchstiere — das durchschnittliche Volumen betrug 160 ml — und den entsprechend kleinen Lungengewichten — nach MARGULIES soll es 6 g/kg Körpergewicht beim Kaninchen betragen — waren erwartungsgemäß keine großen Mengen an Pleuratrassudat zu gewinnen. Dennoch lagen diese in einer Größenordnung, daß sie ohne weiteres vergleichbar waren. Der höchste Wert wurde einmal mit 39 ml beiderseits festgestellt.

Wie sich aus der Gesamtübersicht in Abb. 1 ergibt, waren im *Vorversuch* bei einer eintägigen Liegezeit der getöteten Kaninchen an der *Luft* nur ganz unbedeutende Mengen von Pleuratrassudat festzustellen. So handelte es sich beispielsweise bei dem ertrunkenen Versuchstier um 5,6 und bei dem nach Adrenalin-Injektion im Lungenödem gestorbenen Versuchstier nur um 4,0 ml beiderseits. Hingegen stellten sich nach einer Wasserzeit von

3 Tagen ohne Druckeinwirkung schon etwas größere Flüssigkeitsmengen ein. Auch hier lag das ertrunkene Tier mit 17,2 ml wiederum eindeutig an der Spitze. Entscheidend für die spätere Durchführung der Versuche war, daß die Tötung durch Luftembolie offenbar optimale Ausgangsbedingungen erfüllte insofern, als bei dieser Tötungsart die Menge der nachgewiesenen Flüssigkeit die absolut kleinste war.

Im *Druckversuch* stellte sich nun klar heraus, daß sich die Menge des Pleuratrassudats sowohl bei den ertrunkenen als auch durch Luftembolie getöteten, nachträglich ins Wasser gelangten Kaninchen mit steigendem

Druck und steigender Expositionszeit ganz erheblich vermehrte. Bei den ertrunkenen Versuchstieren war der Anstieg jedoch nicht so gleichförmig wie bei den nichtertrunkenen, was darauf zurückzuführen sein wird, daß während des Ertrinkungsvorganges im Einzelfalle unterschiedlich große Mengen von Flüssigkeit aspiriert wurden. Nach VÖLPEL schwanken die Lungengewichte ertrunkener Kaninchen in weiten Grenzen, und zwar zwischen etwa 12 und 43 g. Besonders bemerkenswert war aber die relativ große Flüssigkeitsmenge bei den nichtertrunkenen Versuchstieren. Sie lag zwar regelmäßig, von einer Ausnahme bei 0,8 atü und 2 Tagen abgesehen, unter derjenigen der ertrunkenen Versuchstiere, manchmal war eine auffällige Differenz überhaupt nicht mehr festzustellen.

In den Sedimenten ließen sich außer einigen Alveolarepithelien und Pleuraendothelien einwandfrei Diatomeen aus der „Ertrinkungsflüssigkeit“ nachweisen. Ihre Zahl steigerte sich mit der Höhe des Wasser-

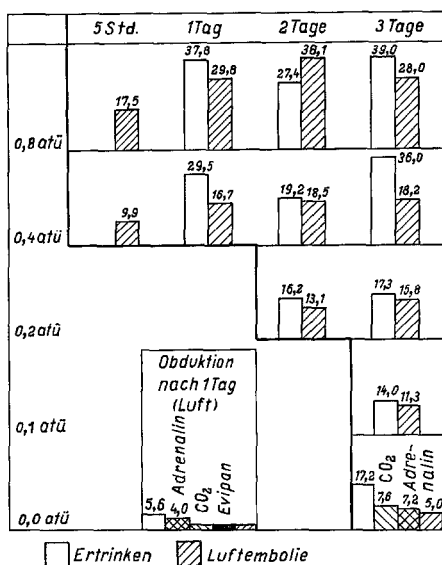


Abb. 1. Pleuratrassudate beiderseits in Milliliter nach Wasserdruckversuchen an Kaninchen. Durchschnittliches Körpergewicht 2700 g. Obduktion nach einer 3tägigen Liegezeit im Wasser

drucks und der Länge der Versuchsdauer, besonders bei den ertränkten Kaninchen.

Da aber die Pleuraflüssigkeit als solche keinen Aufschluß über die Menge der tatsächlich eingedrungenen Flüssigkeit gibt, haben wir außerdem noch die zugehörigen Lungengewichte mitberücksichtigt.

Wie aus der linken Darstellung in Abb. 2 zu ersehen ist, steigt das Gesamtgewicht mit steigendem Wasserdruck ziemlich gleichmäßig an. Auffällig dabei ist, daß bei einer Versuchsdauer von 2 Tagen größere Werte ermittelt wurden als bei 3 Tagen. Diese an sich etwas merkwürdige Erscheinung wird darauf beruhen, daß die Pleura parietalis

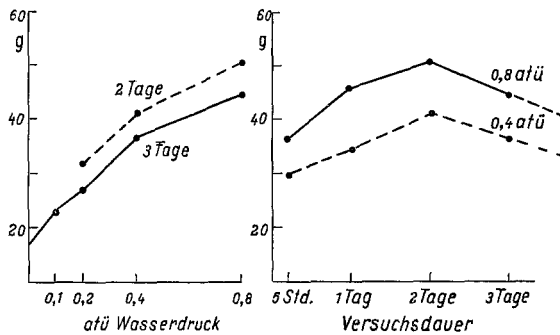


Abb. 2. Pleuratrassudate und Lungengewichte beiderseits in Gramm bei nichtertränkten, durch Luftembolie getöteten Kaninchen nach einer 3tägigen Liegezeit im Wasser

unter den seinerzeit herrschenden Umständen bereits schon durchlässig wurde und somit ein Abströmen der Flüssigkeit in das subpleurale Gewebe einsetzte. Noch anschaulicher kommt dieses Phänomen in der rechten Darstellung der Abb. 2 zum Ausdruck, indem hier beide Kurven vom 2. Tage an einen deutlichen Gewichtsabfall zeigen. Eine Bestätigung hierfür haben übrigens auch noch andere, hier nicht näher registrierte Versuchsergebnisse bei einer Expositionszeit von 4 bzw. 7 Tagen und einem Wasserdruck von 0,8 atü ergeben, wo die Pleurahöhlen praktisch keine Flüssigkeit mehr enthielten.

Da sich bei einem Wasserdruck von 0,4 atü und einer Versuchsdauer von 2 Tagen die nachgewiesenen Flüssigkeitsmengen bei dem ertränkten (19,2 ml) und dem durch Luftembolie getöteten Tier (18,5 ml) nur unwesentlich voneinander unterschieden, haben wir für diese Versuchsbedingung vergleichsweise auch noch andere Tötungsarten herangezogen. Hierbei zeigte sich, daß das ertränkte Tier (19,2 ml) sogar noch von dem durch Kohlenoxyd erstickten Tier (23,4 ml) übertroffen wurde (Abb. 3). Bei der akuten Atemlähmung durch Evipan lag das Pleuratrassudat mit 18,8 ml etwa auf gleicher Höhe wie bei der Luftembolie (18,5 ml). Ein anderes Tier, dessen Luftwege vor der Druckeinwirkung

hermetisch mit Fensterkitt verstopft worden waren, zeigte nur die unbedeutende Menge von 3,8 ml beiderseits. Dasselbe Ergebnis haben wir auch rein zufällig bei erkrankten Versuchstieren erhalten, deren Luftwege durch ein fibrinös-eitriges Exsudat bei einer Bronchopneumonie weitgehend verlegt waren. Ähnliche Befunde sind übrigens auch von GORGS und MAY bei Frühgeburten, Säuglingen und Ratten erhoben worden, soweit es den Nachweis von Diatomeen in den Lungen betraf.

Berücksichtigt man in der obigen Versuchsanordnung (Abbildung 3) das jeweils zugehörige Lungengewicht, so ergibt sich folgendes Bild (Abb. 4, re. Darstellung): Das größte Gesamtgewicht hat wiederum das ertränkte Versuchstier mit 46,2 g zu verzeichnen. Ihm folgen in geringen Abständen die nicht-ertränkten Versuchstiere mit 43,4 g (CO_2), 41,5 g (Luftembolie), 35,8 g (Evipan) und schließlich 24,8 g (Luftembolie und Verschluß der Luftwege). Die linke Darstellung in Abb. 4 soll Aufschluß geben über die Verhältnisse im Leer-versuch, wie sie ohne Druckeinwirkung, lediglich nach einem 3tägigen Aufenthalt im Wasser angetroffen wurden. Bezeichnend ist hierbei das sehr hohe Lungengewicht beim artefiziell erzeugten Lungenödem durch Adrenalin bei nur unbedeutender Transsudation in den Pleuraraum im Gegensatz zu denjenigen Todesarten, die gleichzeitig mit einer schweren mechanischen Schädigung des Lungengewebes wie z. B. beim Ertrinken durch CO_2 einhergehen.

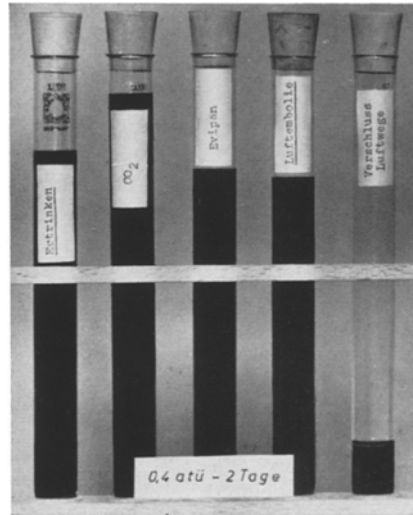


Abb. 3. Hämolytisch verfärbtes Pleuratrassudat beiderseits von Kaninchen nach einer 3tägigen Liegezeit im Wasser

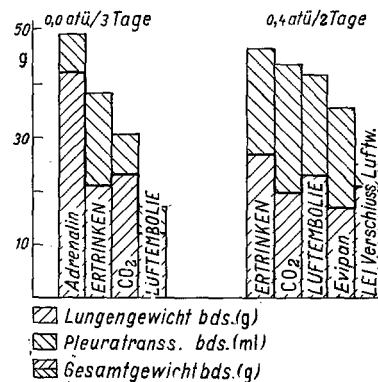


Abb. 4. Pleuratrassudate und Lungengewichte beiderseits in Gramm von Kaninchen im Leer- und Druckversuch nach einer 3tägigen Liegezeit im Wasser

Schlußfolgerung

Die von uns durchgeführten Tierversuche haben eindeutig erwiesen, daß nicht nur bei ertränkten, sondern auch bei tot ins Wasser gelangten *Kaninchen* postmortal recht beträchtliche Mengen von „Ertrinkungsflüssigkeit“ in die Atmungsorgane eindringen und sekundär im Rahmen der fortschreitenden Leichenfäulnis in die Pleurahöhlen ausgeschieden werden. Deren Menge ist sowohl abhängig von der Höhe des Wasserdrucks als auch begrenzt durch die Länge der Einwirkungszeit. Die unterste Grenze dürfte schon bei einem Wasserdruck von mindestens 0,1 bis 0,2 atü (entsprechend einer Wassersäule von 1—2 m), die obere Grenze bei einer Wasserzeit von allenfalls 2 Tagen gelegen sein. Es wurden bei nichtertränkten Versuchstieren Befunde erhoben, bei denen die Lungen geradezu auf einer rötlichen Flüssigkeit schwammen. Vorgeschädigte Lungen, wie z. B. nach Erstickung durch CO₂, scheinen eine wesentlich größere Durchlässigkeit zu haben. Eine Verlegung der Luftwege entweder auf pathologischer oder artefizieller Grundlage schließt das Auftreten einer größeren Menge von Pleuratranssudat bei Wasserleichen weitgehend aus. Bei den hier vorliegenden Ergebnissen ist es daher naheliegend anzunehmen, daß auch bei älteren *menschlichen* Wasserleichen ähnliche Verhältnisse herrschen, sofern diese über eine längere Zeit in einer größeren Wassertiefe gelegen haben, und daß somit auch bei nichtertrunkenen Menschen eine recht beträchtliche Menge Pleuratranssudat erwartet werden kann, ähnlich derjenigen bei ertrunkenen.

Literatur

- BERG, K.: Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **11**, 278 (1928).
 BÖHMER, K.: In Handwörterbuch der gerichtlichen Medizin von NEUREITER, PIETRUSKIY u. SCHÜTT, S. 751. Berlin 1940.
 BOHLORADSKY, W.: Zit. nach LESSER.
 CASPAR-LIMAN: Zit. nach LESSER.
 DRAPER: Zit. nach LÖWENSTÄDT.
 ENGEL: Wochenbl. Z. ges. Ärzte Wien **31** (1866). Zit. nach FAGERLUND.
 FAGERLUND, L. W.: Vjschr. gerichtl. Med. **52**, 1, 234 (1890).
 GORGS, E.: Med. Diss. Heidelberg 1951.
 HABERDA, A.: Friedreichs Bl. **49**, 81 (1898).
 HOFMANN, E.: Zit. nach LESSER.
 HOFMANN-HABERDA: Lehrbuch der gerichtlichen Medizin, 11. Aufl. Berlin u. Wien 1927.
 HOLDEN-CROSFILL: J. forensic. Med. **2**, 141 (1955). Ref. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **35**, 96 (1956).
 INCZE-GYÖNGYÖSI: Ref. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **42**, 479 (1953/54); **45**, 96 (1956).
 LECLERQ, J., et A. MARCHAND: Arch. Méd. lég. **1**, 169 (1931).
 LESSER, A.: Vjschr. gerichtl. Med. **40**, 1 (1884).
 LIMAN: Zit. nach MUELLER, Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **19**, 488 (1932).
 LEER: Zit. nach WACHHOLZ u. HOROSKIEVICZ 1904.

- LOCHTE, ZIEMKE, MÜLLER-HESS, HEY u. WIETHOLD: Gerichtliche Medizin. Berlin 1930.
- LÖWENSTÄDT, H.: Ergebn. allg. Path. path. Anat. **23**, 502 (1930).
- MARGULIES, E.: Virchows. Arch. path. Anat. **178**, 157 (1904).
- Dtsch. Arch. klin. Med. **86**, 159 (1906).
- MAY, G.: Med. Diss. Heidelberg 1951.
- MUELLER, B.: Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **19**, 488 (1932).
- Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **37**, 218 (1943); **41**, 400 (1952).
- Gerichtliche Medizin. Berlin 1953.
- MUELLER, B., u. E. GORGS: Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **39**, 715 (1949).
- MUELLER, B., u. K. WALCHER: Gerichtliche und soziale Medizin. München 1944.
- MULLER, M., et A. MARCHAND: Ann. Méd. lég. **9**, 142 (1929). Ref. in MUELLER, Gerichtliche Medizin. Berlin 1953.
- PONSOLD, A.: Lehrbuch der gerichtlichen Medizin. Stuttgart 1957.
- REVENSTORF: Vjschr. gerichtl. Med., III. F. **27**, 274 (1904); III. F. **33**, Suppl. 2, 45 (1907).
- RICHTER, M.: Gerichtsärztliche Diagnostik und Technik. Leipzig 1905.
- STRASSMANN, F.: Lehrbuch der gerichtlichen Medizin. Stuttgart 1932.
- VIERLING, G.: Med. Diss. Heidelberg 1951.
- VÖLPEL, O.: Vjschr. gerichtl. Med., III. F. **45**, 85, 307 (1913).
- WACHHOLZ, L., u. S. HOROSZKIEWICZ: Vjschr. gerichtl. Med., III. F. **28**, 219 (1904); III. F. **33**, Suppl. 2, 2 (1907).
- WALCHER, K.: Leitfaden der gerichtlichen Medizin, München u. Berlin 1950.

Dr. HERBERT REH, Düsseldorf, Moorenstr. 5

Institut für gerichtliche Medizin an der Medizinischen Akademie in Düsseldorf

K. JAROSCH (Linz a. D.): Der Einfluß industrieller Abwässer auf den sog. Planktonnachweis.

Bei der Diagnose des Ertrinkungstodes spielt der Planktonnachweis eine bedeutende Rolle. Schon ZIEMKE hat auf das Vorkommen von Wasserbakterien in der Lunge Ertrunkener hingewiesen und REVENSTORF hat empfohlen, Lungengewebe mit dem Messer abzustreifen und nach Zusatz von Aqua dest. oder verdünnter Essigsäure zu mikroskopieren bzw. Lungenpreßsaft mittels eines Preßapparates zu gewinnen oder aber Schnittpräparate herzustellen. REVENSTORF glaubte, daß die gleichmäßige auch subpleurale Verteilung des Planktons Aspiration von Ertrinkungsflüssigkeit beweise, während der auf einige Lungenbezirke begrenzte Planktongehalt für ein postmortales Einlaufen des Wassers sprechen soll. Man hat später auch empfohlen, periphere Lungenteilchen mit Aqua dest. zu spülen und das Zentrifugat der Spülflüssigkeit zu mikroskopieren bzw. das Zentrifugat vorher durch 24—48 Std bei 37° C mit verdünnter Sodalösung zu versetzen (KASPAREK). Es wurden auch in Paraffin sorgfältig eingebettete periphere Lungenteilchen histologisch nach Hämalaun-Eosin-Färbung untersucht.

Während man bisher annahm, daß das Plankton postmortal nur in den Bronchialbaum (LÉCLERQ u. MARCHAND, MULLER u. MARCHAND,