

(Aus dem Pathologischen Institut der Universität Freiburg i. Br. —
Direktor: Professor Dr. L. Aschoff.)

Kurze Mitteilung über Tierexperimente zum Ertrinkungstode.

Von
Stabsarzt **M. Hirai.**

Die vorliegende Arbeit ist infolge persönlicher Aussprache mit Herrn Dr. *Sehrt*, welcher sich in mehrfachen Veröffentlichungen, auf die noch später eingegangen werden soll, für die Auffassung eingesetzt hat, daß beim Ertrinkenden die Lunge selbst erst nach dem eigentlichen Tod mit Wasser gefüllt wird, entstanden.

Der Ertrinkungstod ist eine Art Erstickungstod. Weil es den Menschen nur in der Luft möglich ist, Sauerstoff aufzunehmen und Kohlensäure abzugeben, können sie, wenn sie sich einmal unter Wasser befinden, nicht mehr leben. Ähnlich, nur in umgekehrter Weise, ist es bei den Fischen. Bei ihnen scheint, sobald sie aus dem Wasser herausgenommen werden, die Luft sofort in die Lungen einzudringen. Dagegen dringt beim Ertrinken des Menschen oder des Wirbeltieres das Wasser ohne Zweifel erst nach einiger Zeit in die Lungen. Über den Zeitpunkt, wann das Wasser in die Lunge eindringt, ist sehr oft diskutiert worden. Untersuchungen an Leichenöffnungen von Unglücksfällen sowie Tierexperimente wurden angestellt, um diesen Vorgang zu studieren. Nicht berücksichtigt habe ich die Fälle, bei denen z. B. Trommelfelldefekte, irgendeine Herzschwäche oder andere pathologische Zustände als Ursache des Todes im Wasser festgestellt wurden.

Wie ist nun der Vorgang des Ertrinkungstodes bei gesunden Tieren?

Obwohl bereits von *Muller* und *Marchand*, wie ich später feststellte, neuere Untersuchungen gerade an Ratten vorliegen, glaube ich über meine Experimente berichten zu sollen, weil die benutzte Flüssigkeit, nämlich mit Wasser verdünnte Milch, besonders leicht in den Lungenalveolen nachgewiesen werden kann. Ich bin, wie ich schon jetzt bemerken möchte, zu einer weitgehenden Bestätigung der Ergebnisse der französischen Autoren gekommen. Doch haben diese der *Zeit* des Eindringens der Ertränkungsflüssigkeit in die Lungen keine Aufmerksamkeit geschenkt. Ich komme später auf die Arbeit zurück. Zunächst will ich über meine *eigenen Befunde* berichten.

Von den verschiedenen Fragen über die Physiologie des Ertrinkungstodes scheint mir die Frage, *wann* die Flüssigkeit in die Lunge hineinkommt, am interessantesten zu sein. Zu diesem Problem haben sich *Falk* (1869), *Hofmann* (1873) und andere dahin geäußert, daß die Hauptmenge der Ertränkungsflüssigkeit durch die Terminalatmung in die Lunge eingeführt wird. Anderer Meinung sind *Brouardel* und *Loye* (1897). Sie behaupten, daß das Eindringen der Flüssigkeit schon im Stadium der Dyspnoe stattfindet — also weit früher als *Hofmann* annimmt — und halten die terminalen Atmungsbewegungen nur für Zuckungen der Körpermuskulatur. Die ganz divergierenden Meinungen führten zu immer lebhafterer Diskussion der Frage. Ich möchte nun kurz das Resultat meiner Versuche mitteilen.

Versuchsmethoden.

Zum Experiment benutzte ich Ratten, da sie gut schwimmen und bei ihrer mäßigen Größe am besten als Versuchstiere geeignet sind. Aus dieser Überlegung heraus fiel ein Versuch mit Hunden und Kaninchen, die man früher verwandte, fort. Als Ertränkungsflüssigkeit habe ich hauptsächlich Milch und Algenwasser benutzt. Es ist dies am vorteilhaftesten, da man Milch am genauesten mikroskopisch nachweisen kann. Ein Experiment mit Ferrocyanalkali, das später mit der Berlinerblaureaktion nachgewiesen werden kann, zu machen, hielt ich für ungeeignet, da die Möglichkeit der Diffusion der Flüssigkeit während der Untersuchungsvornahme zu groß ist. Mit Milch ist diese Fehlerquelle bei der angewandten Versuchsdauer ausgeschaltet. Vollmilch fand ich zu dick, um die Tiere darin ertrinken zu lassen. Ich habe rohe Kuhmilch, ungefähr zur Hälfte verdünnt, gebraucht. Algenwasser wurde vorher gezüchtet und vor dem Gebrauch gut gerührt. Als Gefäß habe ich einen Glastopf von etwa 3 Liter Inhalt verwandt. Die Tiere wurden an einer Seite oder meistens am Schwanz mit einer Zange befestigt. Sie konnten sich also frei bewegen und wurden nicht in streng befestigtem Zustand in die Flasche getaucht. Die Zeit wurde mit der Stoppuhr gezählt.

Die Untersuchung wurde folgendermaßen durchgeführt. Nach verschiedenen Zeiten nahm ich die Ratte aus dem Gefäß heraus und wenn sie noch am Leben war, tötete ich sie mit Kopfschlag. Dann sezirierte ich sie sofort. Beide Lungen und die Halsorgane wurden in toto in Formalin eingelegt. Nach genügender Formolfixierung wurde von beiden Lungen je ein Stück in Gelatine eingebettet. Schneiden und Färbung mit Hämatoxylin-Sudan.

Bevor ich zu dem eigentlichen Versuch komme, möchte ich Einiges über den Vorbereitungsversuch sagen. Es ist sehr wichtig zu berücksichtigen, ob in normalen Lungen Fettsubstanz vorkommt oder nicht. In seiner ausgiebigen Arbeit der Histobiologie des Lungengelvolus berichtet *Seemann* 1931 über den Fetteinschluß in den Alveolarepithelien im gesunden Zustand. Seiner Meinung nach enthalten die Alveolarepithelien: 1. Fett in den schon normalerweise vorkommenden sogenannten Reizformen derselben. Die Form und Zahl der Fetttropfen wechselt stark. 2. Fett unter pathologischen Zuständen, z. B. bei der sogenannten Buhlschen Desquamativpneumonie, wo man ebenfalls Fettablagerungen findet. In diesem Falle zeigt das Fett dann starke Doppelbrechung. Diese beiden Arten mußten bei meinem Versuch ausgeschlossen werden. Ich fand bei Kontrollen wie auch bei Versuchstieren öfter diese beiden Fettbilder vor, und zwar meistens das Bild mit den Reizformen der Alveolarepithelien, aber auch Bilder der Desquamativ-

pneumonie. Es ist nicht so schwierig, Milch von diesen beiden eben beschriebenen Fettarten zu unterscheiden, da sie unter dem Mikroskop ganz anders aussieht als diese. Und zwar finden wir sie in Form kleinster Milchkügelchen. Da aber die Milchkügelchen manchmal so fein sind und von den Alveolarepithelien ebenfalls phagocytiert werden können, könnte man unter Umständen das Bild des Milchfetteinschlusses in Reizformen der Alveolarepithelien finden. Um solche Fälle zu vergleichen, habe ich mit einigen Ratten versucht, einmal Milch und ein anderes Mal Pelikantusche mit der Sonde durch die Trachea in die Lungen einzuspritzen. Nach 1 Stunde habe ich die Tiere getötet und untersucht. Bei diesen Versuchen wurde nie Milch von den Alveolarepithelien aufgenommen, sondern die Milchkügelchen fanden sich nur in dem Alveolarraum. Das Bild war gleich dem von in Milch ertrunkenen Tieren. Dagegen scheint die Tusche in einem gewissen Grad innerhalb dieser Zeit von den Alveolarepithelien phagocytiert worden zu sein. Auf Grund dieser Tatsachen bin ich zu der Meinung gekommen, daß ich ohne Zweifel das Vorkommen von freien Fetttröpfchen in der Lunge der Ratte beim Ertrinkungstod in Milch als Fremdkörper ansehen kann. Schließlich wäre noch die Frage des Luftgehaltes in den Lungen zu erörtern. Ob sich beim Ertrinkungstod die Lunge im Zustand der Atelektase oder des Emphysems befindet, muß sehr vorsichtig beurteilt werden, weil in normalen Lungen eine gewisse physiologische Atelektase besteht (Seemann).

Die Versuche ergaben folgendes:

1. Versuch. Die Tiere wurden gewaltsam ertränkt. Ungefähr 20—30 Sekunden, nachdem die Tiere bewegungslos unter der Oberfläche der Milch gelegen hatten, wurden sie herausgeholt.

Schilderung des Ertrinkungsvorganges: Sobald die Ratten in Milch getaucht wurden, stiegen Luftblasen auf. Zugleich bewegte sich das Tier energischer. Mit der Zeit kommt keine Luftblasenbildung mehr, die Kraft nimmt langsam ab, Bewußtsein und willkürliche Bewegung verschwinden und schließlich sinkt die Ratte wie tot auf den Grund des Gefäßes. Noch besteht keine terminale Atmung. Erst nach einiger Zeit setzt sie ein. Bei einigen Tieren wartete ich bis zu diesem Zeitpunkt. Zu den in der Tabelle angegebenen Zeiten nahm ich die Tiere heraus und sezerte sie.

Tabelle 1.

Tier Nr.	Zeit in der Milch	Tier Nr.	Zeit in der Milch
1	5 Minuten 10 Sekunden	3	3 Minuten 00 Sekunden
2	2 „ 20 „	50	1 „ 36 „
8	2 „ 30 „	9	2 „ 40 „

Die äußere Besichtigung bot nichts Wesentliches. Die Lungen sind etwas gebläht. Im Magen in allen Fällen Milch; in den Gedärmen nicht so genau nachweisbar wie im Magen. Herz immer noch in Tätigkeit.

Mikroskopisch fand ich in allen Fällen Milch in den Lungen, und zwar in Form von Milchkügelchen von verschiedener Größe. Alle Alveolen sind mit Milchkügelchen gefüllt, sogar bis dicht unter die Pleura fand sich dasselbe Bild. Auch in der Trachea ist Milch nachweisbar, aber nur auf der Schleimhaut. Der Luftgehalt der Lungen ist wechselnd. Im allgemeinen ist er normal geblieben. Ein Unterschied zwischen beiden Lungen ist nicht nachweisbar.

2. Versuch. Die Tiere schwammen frei in der Milch. Ihre Haltung ist die eines jeden Tieres im Wasser, d. h. Nasenlöcher und Mund werden über der Flüssig-

keitsfläche gehalten. In dieser Haltung bewegt sich das Tier ungefähr 12 bis 20 Minuten. Allmählich tritt Ermüdung ein, das Tier kann sich nicht mehr über der Milch halten und steckt die Nase in die Milch. 3—8 mal versucht es die Nase aus der Flüssigkeit zu heben, bis schließlich Luftblasen aufsteigen. Dann sinkt es unbeweglich unter. Genau wie bei dem vorigen Versuch hat die terminale Atmung noch nicht eingesetzt.

Tabelle 2.

Tier Nr.	Zeit bis zur 1. Luftblase	Zeit bis zum Untersinken	Gesamtdauer
4	9 Minuten	11 Minuten	14 Minuten
5	13 "	15 "	17 "
6	10 "	12 "	13 "
7	18 "	47 "	52 "

Bei der Sektion fand sich äußerlich kein nennenswerter Befund. Mikroskopisch dasselbe Bild wie im 1. Versuch.

3. Versuch. Die Tiere werden gewaltsam in Milch untergetaucht wie bei Versuch 1. Nach kurzen Zeiten werden sie noch lebend herausgenommen, mit Kopfschlag getötet und seziert. Zeitverhältnisse und Milchbefund in der Lunge zeigt folgende Tabelle.

Tabelle 3.

Tier Nr.	Verweilungszeit in der Milch	Milch in den Lungen	Tier Nr.	Verweilungszeit in der Milch	Milch in den Lungen
13	5 Sekunden	—	23	40 Sekunden	—
14	5 "	—	25	40 "	—
10	15 "	—	24	43 "	—
11	15 "	—	16	45 "	positiv
12	30 "	—	17	48 "	positiv
26	30 "	—	27	50 "	—

Makroskopische Besichtigung ohne besonderen Befund.

Mikroskopisch fand sich in Nr. 16 und 17 Milch in den Lungen, allerdings nicht in so ausgesprochenem Maße wie im Versuch 1. Auch ist die Verteilung etwas ungleichmäßig. Auf Grund dieses Befundes kann ich sagen, daß die Flüssigkeit ungefähr in einer Zeit von 45 Sekunden in die Lungen eingedrungen ist.

Die anderen Tiere wurden frei in der Milch schwimmen gelassen. Beim Aufsteigen der Luftblasen oder beim erstenmal Untertauchen der Nase in die Milch nahm ich die Tiere heraus und beobachtete sie.

Tabelle 4.

Tier Nr.	Zeit in der Milch	Tier Nr.	Zeit in der Milch
18	17 Sekunden	20	12 Sekunden
19	29 "	21	12 "

Bei diesen 4 Tieren fand ich keine Milchktigelchen.

4. Versuch. Die Tiere wurden mit Äther narkotisiert. Baldiges Aufsteigen von Luftblasen. Nach folgenden Zeiten wurden sie herausgenommen und seziert.

Tabelle 5.

Tier Nr.	Zeit in d. Milch	Milch in d. Lungen	Tier Nr.	Zeit in d. Milch	Milch in d. Lungen
31	10 Sekunden	positiv	30	20 Sekunden	positiv
29	15 "	positiv	32	30 "	negativ
28	15 "	negativ			

Bei narkotisierten Tieren dringt die Flüssigkeit viel schneller in die Lungen hinein als bei nicht narkotisierten. Mikroskopisch ist die Verteilung der Milch in den Lungen ungleichmäßiger als bei den anderen Versuchen.

5. Versuch. Statt Milch gebrauchte ich Algenwasser. Die Algen wurden gezüchtet, fein geschnitten und vor dem Gebrauch gut gerührt. Dann fertigte ich ein Frischpräparat an und orientierte mich über die Feinheit der Algenpartikelchen. In diesem Algenwasser wurden die Tiere teils zwangsweise ertränkt, teils frei schwimmen gelassen.

Die Zeitverhältnisse bei diesen beiden Versuchen sind folgende:

Tabelle 6.

Tier Nr.	Zeit im Wasser	Bemerkungen
33	3 Min. 30 Sek.	
34	2 " 30 "	
35	2 " 10 "	
49	2 " 30 "	Die Tiere wurden alle zwangsweise im Wasser ertränkt.

Tabelle 7.

40	13 Min. 00 Sek.	
41	20 " 30 "	
51	12 " 30 "	Die Tiere ertranken frei.

Mikroskopisch fanden sich in den Lungenalveolen fast nie Algenpartikel. Nur ganz wenige konnten in den Bronchien nachgewiesen werden.

6. Versuch. Zuerst wurden die Tiere in Algenwasser untergetaucht, dann erst in Milch. Die Zeitverhältnisse sind folgende:

Tabelle 8.

Tier Nr.	Zeit im Algenwasser	Zeit in der Milch	Milch in den Lungen
42	1 Min. 20 Sek.	3 Min. 00 Sek.	positiv
43	1 " 15 "	3 " 00 "	positiv
44	3 " 15 "	3 " 15 "	positiv
45	3 " 30 "	3 " 00 "	fraglich
56	1 " 30 "	3 " 00 "	positiv
57	1 " 10 "	3 " 00 "	positiv

Diese Versuche haben bewiesen, daß die Milch auch in späterer Zeit, d. h. noch nach 3 Minuten, höchstens 3 Minuten 15 Sekunden nach dem Ertränken in Algenwasser in die Lungen eindringen kann. Solange müssen also noch inspiratorische Atembewegungen stattfinden, da die Milch durch Diffusion allein innerhalb 3 Minuten nicht in die mit Wasser (Algenwasser) gefüllten Alveolen vordringen kann.

Zusammenfassung.

Bevor ich mich über die Frage, wann die Ertrinkungsflüssigkeit in die Lunge hineingerät, weiter äußere, möchte ich zuerst kurz die Stadieneinteilung des Ertrinkungstodes erwähnen. *Löffler* (1844) unterscheidet 3 Stadien.

1. Anhalten der Atmung.
2. Aufsteigen von Luftblasen bis zum Aufhören der willkürlichen Bewegungen.

3. Erlöschen des Bewußtseins.

Falk (1869) teilt den Ertrinkungsvorgang in 4 Stadien ein:

1. Atemstillstand.
2. Dyspnoisches Stadium.
3. Asphyktisches Stadium.
4. Todesstadium.

Ähnlich der Falkschen ist die Einteilung von *Hofmann*, *Brouardel* und *Loye* (1889) unterscheiden 5 Stadien. Sie trennen vom 1. Stadium *Falks* eine 5—10 Sekunden dauernde Phase als 1. Stadium, nämlich das Stadium der Überraschung, ab. Die anderen Verlaufphasen entsprechen genau denjenigen von *Falk*. *Margulies* teilt den Ertrinkungstod in nur 2 Stadien ein, und zwar 1. in ein Stadium der Abwehr, 2. in das mit dem Verlust des Bewußtseins und der Reflexerregbarkeit eintrittende Stadium der Wehrlosigkeit. Sein 1. Stadium der Abwehr entspricht dem 1. Stadium des Atemanhaltens und dem 2. Stadium der Dyspnoe von *Hofmann* sowie dem 1., 2. und 3. Stadium von *Brouardel* und *Loye*. Bewußtsein und Reflexerregbarkeit sind in seinem 1. Stadium also vorhanden. In dem Augenblick, in dem das Bewußtsein und die Reflexerregbarkeit erlischt, kann seiner Meinung nach nicht mehr von Abwehr gesprochen werden. Deswegen bezeichnet er das darauf folgende Stadium als das der Wehrlosigkeit.

Ich teile den Ertrinkungsvorgang in 3 Stadien ein: 1. in ein Stadium der Abwehr, 2. in ein Stadium der Wehrlosigkeit und 3. in ein Stadium des asphyktischen Scheintodes. Auf Grund meiner Versuche bin ich zu der Ansicht gekommen, daß das Tier seine Abwehrkraft viel früher verliert als *Margulies* angibt. Als das Stadium der Wehrlosigkeit muß der Zeitpunkt angesehen werden, in dem die Ertrinkungsflüssigkeit in die Lunge gerät. In dem Stadium der Abwehr ist das Tier noch imstande, die Flüssigkeit nicht in die Lunge eindringen zu lassen. Den Moment, in dem Sauerstoffmangel und Kohlensäureanhäufung eintritt und daher nicht mehr genügend Abwehrkraft aufgebracht werden kann und die Flüssigkeit in die Lunge eindringt, habe ich als das Stadium der Wehrlosigkeit aufgefaßt. Die Bewegungen in dieser Phase können bereits nicht mehr als reine Abwehrbewegungen gedeutet werden. Dann beginnt das 3. Stadium des asphyktischen Scheintodes. In diesem Stadium

bemerke ich einen völligen Verlust des Bewegungsvermögens. Wie schon erwähnt, fand ich bei meinem Tierversuch immer noch Herzaktivität vor. Daß zuerst die Atmung und dann die Herzaktion aufhört, ist sicher. Wie lange dauert nun das Stadium des asphyktischen Scheintodes?

E. Sehrt (1931) äußert sich dahin, daß der Mensch in bewußtlosem Zustand den Aufenthalt unter Wasser mindestens 4, wahrscheinlich sogar 7 Minuten ohne Schaden aushalten kann, entgegen der Meinung früherer Autoren, die den ganzen Ertrinkungsvorgang auf 4—5 Minuten schätzten. Ein genauer Beweis für die Dauer des asphyktischen Scheintodes läßt sich meines Erachtens nur dadurch erbringen, daß nach einer bestimmten Zeit vom Eintritt der Bewußtlosigkeit an Wiederbelebungsversuche mit Erfolg angestellt werden. Genaueres darüber bringt *Sehrt* in seinem neuesten Aufsatz über den Vorgang des Ertrinkens (Münch. med. Wschr. 1932, Nr 31).

Nun komme ich wieder zu der Frage, *wann* die Ertrinkungsflüssigkeit in die Lungen eindringt. Diesen Zeitpunkt habe ich bereits in meiner Stadieneinteilung festgehalten. Er kann ganz eindeutig bestimmt werden. Am Anfang des 2. Stadiums kommt die Ertrinkungsflüssigkeit in die Lunge. Nachdem die Tiere unter die Milchflüssigkeit getaucht wurden, stiegen nach einer kurzen Zeit Luftblasen auf. Nach *Löffler* ist diese Zeit das Stadium des Anhaltens der Atmung, *Brouardel* und *Loye* nennen diese Zeitpause das Stadium der Überraschung. Bei meinen Versuchen habe ich fast nie dieses Stadium beobachten können. Immer trat sofort Luftblasenbildung ein. Natürlich ist in diesem Moment die Flüssigkeit noch nicht in die Lungen gedrungen. Nach *Falk* wird die Hauptmenge der Ertrinkungsflüssigkeit erst durch die terminalen Atembewegungen in die Lunge hineingepumpt, nach *Hofmann* durch das Eintritt der Bewußtlosigkeit und das gleichzeitige Schwinden der Reflexerregbarkeit. Derselben Meinung ist *Margulies*. *Brouardel* und *Loye* dagegen behaupten, daß das Wasser früher in die Lunge einströmt als *Falk* und *Hofmann* annehmen, und zwar zu Beginn ihres 3. Stadiums (2. Stadium von *Falk*). Mein Versuch zeigt, daß der Eindringungsvorgang noch früher stattfindet. Folgende Tabelle gibt die verschiedenen Verhältnisse an.

Daß in dem früheren Stadium trotz des Untergetauchtwerdens die Flüssigkeit nicht in die Lunge eindringen kann, hängt meiner Meinung mit dem Kehldeckel zusammen. Es ist schwierig zu sagen, in welcher Weise der Kehldeckel schließt. Man könnte annehmen, daß es sich im Anfang um ein willkürliches, im Schluß um ein unwillkürliches Schließen handelt. Bei narkotisierten Tieren konnte ich feststellen, daß die Flüssigkeit sehr rasch in die Lunge einströmt, was wahrscheinlich bedingt ist durch die geschwächte Abwehrkraft infolge der Narkose. Was ist die

Tabelle 9.

<i>Hofmann (Falk)</i>	<i>Brouardel und Loye</i>	<i>Margulies</i>	<i>Hirai</i>
Stadium des Ateminkhaltes.	Phase der Überraschung. Phase der Resistenz.		Stadium d. Abwehr.
Stad. d. Dyspnöe	Phase d. tief. Atmng.	Stadium d. Abwehr	Stadium der Wehrlosigkeit.
Stadium der Asphyxie	Phase der aufgehobenen Atmung.	Stadium der Wehrlosigkeit.	Stadium d. asphyktischen Scheintod.
Stadium d. Todes	Phase der terminalen Atmung.		

■■■■■ zeigt die Zeit an, wo zum erstenmal die Flüssigkeit in die Lunge eindringt.

weitere Auswirkung der Flüssigkeit in den Lungen? Es ist anzunehmen, daß die Austauschtaigkeit der Lungencapillaren durch die Flüssigkeitsansammlung in den Alveolen sehr schnell gehemmt wird. Immer mehr und mehr treten Erstickungserscheinungen auf und leiten allmählich zu dem letzten Stadium des Scheintodes über. Selbst im Stadium des beginnenden Scheintodes, jedenfalls noch nach 3 Minuten während der Ertränkung, vermag die Flüssigkeit in die Lunge einzudringen, was ich im 6. Versuch nachgewiesen habe. In diesem Punkt stimme ich mit *Paltauf* überein. Bezüglich des Luftgehaltes kann ich sagen, daß nie alle Luft aus den Lungen entweicht. Zu der Frage, wann die Flüssigkeit in den Verdauungskanal eindringen kann, kann ich nicht Stellung nehmen, da Milch im Magen mikroskopisch schwer nachweisbar ist. Doch spielt auch dabei die Abwehrkraft eine Rolle. Fand ich die Flüssigkeit in den Lungen, so fand ich sie auch im Magen. Zuweilen auch im Darm, doch niemals in größeren Mengen. Daß auch beim ertrunkenen Menschen die Flüssigkeitsmengen im Magen-Darmkanal verhältnismäßig gering zu sein pflegen, wird von *Haberda* ausdrücklich hervorgehoben. Wenn also *Sehrt* behauptet, daß die Ertränkungsflüssigkeit gar nicht in die Lungen, sondern wesentlich in den Magen-Darmkanal eintritt und daß

der Tod mehr durch Absperrung der Luft in den Lungen ohne Eindringen von Flüssigkeit in dieselben erfolgt, so kann ich dem nicht ohne weiteres beistimmen. Nach meinen Versuchen am Tier ist die Ausschaltung der Atmung und das Eindringen der Ertränkungsflüssigkeit im Beginn des Stadiums der Wehrlosigkeit das Entscheidende. Daß die Flüssigkeit beim ertränkten Tier in die Lungen eindringt, und zwar bis in die Alveolen hinein, geht ja aus den bereits erwähnten Versuchen der französischen Autoren *Muller* und *Marchand* hervor. Durch das Eindringen der Flüssigkeit in die Lungen wird die Funktion derselben als Atmungsorgan weiter ausgeschaltet.

Das ertränkte Tier tritt nach Ausschaltung der Lungenfunktion und nach Anfüllung derselben mit der Flüssigkeit in das 3. Stadium des asphyktischen Scheintodes ein. Während dieses Stadiums geht trotz Ausschaltung der Lungenfunktion durch die Erstickung und die eingedrungene Flüssigkeit der Herzschlag noch weiter. Dieses 3. Stadium, welches von den terminalen Atembewegungen begleitet sein *kann*, ist dasjenige Stadium, in dem auch die Rettung durch Wiederbelebung noch möglich ist, natürlich nur dann, wenn die größeren Luftwege mehr oder weniger von der Flüssigkeit wieder befreit werden. Was die in die Alveolen selbst eingedrungene Flüssigkeit anbetrifft, so wird diese zweifellos, wie auch *Thiel* gezeigt hat, besonders bei künstlicher Atmung in das Capillarnetz der Alveolen hinübergesaugt. Wir wissen ja aus pharmakologischen Untersuchungen, die bei *Seemann* angeführt sind, wie große Flüssigkeitsmengen, welche dem Lungengewebe einverlebt werden, in kurzer Zeit aus demselben verschwinden können. Wenn *Sehrt* davon spricht, daß das respiratorische Epithel der Alveolen durch das Eindringen des Wassers endgültig geschädigt würde, so daß schon aus diesem Grund Wiederbelebungsversuche unnütz sein würden, wenn wirklich Wasser in das Lungengewebe eingedrungen wäre, so beruht das auf irrgen Voraussetzungen über die Funktion der Alveolarepithelien. *Sehrt* hat die Untersuchungen der letzten Jahre, besonders die von *Seemann*, nicht gekannt. Es findet also nach den Versuchen am Tier der Vorschlag keine rechte Begründung, den Inhalt aus dem Magen und Darm zu entleeren. Das Wichtigste bleibt nach wie vor die Entleerung der Luftwege von der eingedrungenen Flüssigkeit. Diese Folgerung muß ich wenigstens aus den Tierversuchen ziehen. Wie weit sie auf den Ertrinkungstod des Menschen selbst anwendbar ist, kann nur an Beobachtungen am Menschen entschieden werden. Darin hat *Sehrt* durchaus recht. Solche Beobachtungen zeigen aber nach Angabe von Prof. *Aschoff* einwandfrei, daß auch bei Menschen während des Ertrinkens reichlich Wasser in das eigentliche Lungengewebe einströmt. Auch *Sehrt* erkennt die Bedeutung der eingedrungenen Flüssigkeit für die Verlegung wenigstens der oberen Luftwege an. Diese müssen also auf alle Fälle freigemacht

und freigehalten werden. Ich glaube aber, daß *Sehrt* weiter darin recht hat, daß er rät, nach Freimachen der oberen Luftwege sofort die künstliche Atmung anzuschließen. Ich bin im Anschluß an *Brun's* und *Thiel* davon überzeugt, daß nur damit die in die Lunge eingedrungene Flüssigkeit aus derselben entfernt und damit der Wiederzutritt sauerstoffhaltiger Luft zu dem im Lungengewebe abgeschlossen gewesenen kohlensäureüberladenen Luft-Wasser-Gemisch ermöglicht werden kann. Bei narkotisierten Tieren scheint mehr Flüssigkeit in den Magen zu gelangen als bei nichtnarkotisierten Tieren.

Der Luftgehalt der Lungen war bei meinen Versuchen fast normal, im Gegensatz zu der gewaltigen Blähung der Lungen ertrunkener Menschen. Bei der starken Aufblähung muß man vielleicht bis zu einem gewissen Grade an eine postmortale Erscheinung denken.

Während in den Lungen ertrunkener Menschen sehr oft Fremdkörper gefunden werden, konnte ich nur wenige Algenpartikelchen in den Lungen der Ratten nachweisen.

Die anderen Organe meiner Versuchstiere boten keine wesentlichen Befunde.

Schluß: Ich habe bei meinem Versuch über den Ertrinkungstod bei Ratten genau festgestellt, wann die Ertrinkungsflüssigkeit in die Lunge eindringt. Ich teile daher den Ertrinkungsvorgang in 3 Stadien ein: 1. Stadium der Abwehr, 2. Stadium der Wehrlosigkeit und 3. Stadium des asphyktischen Scheintodes. Die Flüssigkeit tritt mit Beginn des 2. Stadiums in die Lungen ein und schaltet dann erst recht funktionell die Atmung aus. Eine Wiederbelebung während des Stadiums des asphyktischen Scheintodes ist also nach dem *Tierversuch* nur möglich, wenn die eingedrungene Flüssigkeit aus den oberen Luftwegen und den Lungen in irgendeiner Weise entfernt wird. Man wird daher auch beim Menschen an die Freilegung der oberen Luftwege, gleichzeitig aber an die künstliche Atmung zur Entleerung des in die Lungen eingedrungenen Wassers denken müssen.

Literaturverzeichnis.

Genaueres bei *H. Löwenstädt*, Der Tod durch Ertrinken. In den Erg. Path. 23 (1930). — Außerdem: *Haberda* u. *Hofmann*, Lehrbuch der gerichtlichen Medizin. XI. Aufl. 1927 u. Münch. med. Wschr. 1932, Nr 31. — *Seemann*, Histobiologie der Lungenalveole. Jena: Fischer 1931. — *Sehrt*, Z. ärztl. Fortbild. 1931, Nr 15 — Der Vorgang des Ertrinkens, seine Bekämpfung und seine Verhütung. Münch. med. Wschr. 1932, Nr 31. — *Thiel*, Dtsch. med. Wschr. 1930, 782. — *Muller, M.*, u. *Marchand*, Ann. Méd. lég. etc. 1929, 1909, S. 142.