

(Aus dem Gerichtlich-Medizinischen Institut der Universität München. — Vorstand:  
Obermedizinalrat Prof. Dr. *Merkel*.)

## Über die gerichtlich-medizinische Beurteilung der Luftembolie im kleinen und großen Kreislauf mit besonderer Berücksichtigung der cerebralen Luftembolie \*).

Von  
**Dr. Kurt Walcher,**  
Assistent.

Die Diagnose: „Cerebrale Luftembolie“ gründete sich bisher bei den Fällen, die für den Gerichtsarzt eine besondere Bedeutung haben, nämlich bei mechanischen Abtreibungen, in der Hauptsache als Vermutungsdiagnose auf die von Zeugen bzw. Ärzten beobachteten Krankheitsscheinungen, womöglich unter Berücksichtigung der Tatumstände; viel weniger auf den anatomischen Befund an der Leiche: gerade umgekehrt wie bei den plötzlichen Todesfällen durch Luftfüllung des Herzens im Anschluß an Abtreibungshandlungen. Nun hat ein hier vorgekommener Fall neuerdings die Aufmerksamkeit auf die cerebrale Luftembolie gelenkt; und der in diesem Falle erbrachte Nachweis derselben durch histologische Untersuchung des Gehirns, über die *Neubürger*<sup>25)</sup> berichtet, forderte zum Studium dieser Frage auch von gerichtlich-medizinischer Seite heraus.

Die wichtigsten Punkte in diesem Falle waren: Auffindung einer 22jährigen Frauensperson hinter verschlossner Türe mit entblößtem Unterleib, bewußtlos am Boden liegend, mit Stöhnen und Krämpfen; neben der Person lagen Abtreibungsinstrumente: Klysopompe, Seifenwasser und ein Karton mit 3 langen Nadeln. Sie hatte in einen Eimer hinein erbrochen. Bei der Einlieferung in das Krankenhaus wurden komatöser Zustand, klonische Krämpfe mit Trismus sowie starrkrampfähnliche Spannung des ganzen Körpers, besonders der Streckmuskulatur, beobachtet. Die Sehnenreflexe erschienen etwas gesteigert, es bestand Nackensteifigkeit, im Urin wurden Zucker, Aceton und Acetessigsäure nachgewiesen. Über allen Herzostien war ein starkes systolisches Geräusch hörbar. Die Genitalien zeigten leichte Schwellung und Cyanose der Schamlippen, es wurde Gravidität im 3. Monat festgestellt. Von einer Blutung aus den Genitalien war offenbar nichts zu sehen. In der Gegend des rechten Schulterblattes fiel eine handtellergroße gerötete Hautstelle auf. Die Augenachsen standen divergent, die maximal erweiterten Pupillen reagierten auf Lichteinfall, mit dem Augenspiegel wurde nicht untersucht. Die Bewußtlosigkeit hielt ohne Unterbrechung an. Am nächsten

\*) Nach einem Vortrage, gehalten auf der 13. Tagung der Deutschen Gesellschaft für gerichtliche und soziale Medizin, Innsbruck 1924.

Tage wurden starke klonische Zuckungen des rechten Beines und des linken Armes beobachtet, die 3 Stunden lang dauerten; beide Augen sahen jetzt nach rechts. Am übernächsten Tage bestand noch tetanische Spannung in den Händen und Füßen, die übrige Muskulatur war eher hypotonisch. Der Lidschlag wurde selten, Binde- und Hornhäute zeigten Vertrocknungsscheinungen, die Augen blickten jetzt beide nach links. Es trat eine Pneumonie des rechten Unterlappens auf, und 78 Stunden, nachdem das Stöhnen der Person zum ersten Male bemerkt worden war, trat der Tod ein, ohne daß das Bewußtsein einmal wiedergekehrt wäre.

Ich entnehme diese Angaben den von der Staatsanwaltschaft am Landgericht *München I* zur Verfügung gestellten Akten.

Die klinische Diagnose war unsicher, es wurde an Tetanus, ja sogar an Strychninvergiftung gedacht. Die Umstände bei der Auffindung der Person wurden offenbar nicht genügend berücksichtigt. Die richterliche Beschlagnahme der Leiche kam zu spät, sie wurde außergerichtlich im Krankenhouse wenige Stunden nach dem Tode obduziert. Die Sektionsdiagnose lautete: Unklarer Vergiftungsfall (Nervengift), konfluierende Bronchopneumonie, Hirnschwellung, Gravidität im 3. Monat, offenes Foramen ovale, Kolloidstruma. Das Fehlen einer Verletzung am Genitalapparat wurde zwar kurz festgestellt, doch fehlt eine genaue Beschreibung des Uterus und des Eies. Das Gehirn wurde sofort in Fixierungsflüssigkeit eingelegt und von der anatomisch-histologischen Abteilung der Deutschen Forschungsanstalt für Psychiatrie untersucht, unter Leitung des Prof. *Spielmeyer*. Der zuständige Landgerichtsarzt wurde von der Staatsanwaltschaft um ein Gutachten über diesen Fall auf Grund der Akten ersucht. Es wurden von demselben die klinischen Vermutungsdiagnosen abgelehnt und auf Grund gerichtsärztlicher Erfahrung sowie unter Würdigung der Tatumstände der Verdacht auf cerebrale Luftembolie infolge eines Abtreibungsversuches ausgesprochen, besonders da ein offenes Foramen ovale gefunden war; außerdem wurde von ihm die Einholung eines Gutachtens der oben genannten Forschungsanstalt beantragt. Darnach wurde vom Leiter dieser Anstalt, Prof. *Spielmeyer*, ein Bericht dahin abgegeben, daß sich in dem Gehirne die gleichen Veränderungen gefunden hätten, wie er sie vor einer Reihe von Jahren bei experimenteller cerebraler Luftembolie gefunden hatte, und daß die Untersuchung des Gehirnes die Vermutung des Gerichtsarztes bestätige. Nachher hat *Neubürger*<sup>25)</sup> in einer Sitzung der Deutschen Forschungsanstalt für Psychiatrie über diese Befunde berichtet und die mikroskopischen Präparate demonstriert.

Die Veränderungen fanden sich demzufolge hauptsächlich in dem Rindengebiete des Großhirns, weniger in dem darunterliegenden Marke. Es handelt sich beim Menschen wie beim Versuchstier um kleine Herde, in deren Bereich besonders die Ganglienzellen geschädigt sind, die je nach dem Zeitpunkt des Todes verschiedene Stadien des Unterganges zeigen, eine Nekrobiose nach *Spielmeyer*<sup>1)</sup>, verursacht durch unvollständigen, vorübergehenden Verschluß der Gefäße. Die

größten dieser Herde erreichen etwa Hirsekorngröße, meist sind sie kleiner. Die gliöse Stützsubstanz ist an dem Untergange kaum beteiligt, durch die Schädigung der Ganglienzellen fallen die Herde in frischeren Fällen durch ihre Zellarmut auf.

In etwas späteren Stadien nach experimenteller Luftembolie fand *Spielmeyer* (l. c.) starke reaktive gliöse Wucherung im Bereich der Herde, insbesondere viele große Gliazellen, so daß die Herde nur bei spezieller neurohistologischer Darstellung durch den Untergang der Ganglienzellen identifiziert werden konnten. Die Herde brauchen nach *Spielmeyer* eine gewisse Zeit zur Ausbildung. Man kann also auf Veränderungen nur dann rechnen, wenn mindestens eine Reihe von Stunden nach dem Beginn des Eindringens der Luft in die Hirngefäße verflossen ist. *Spielmeyer* hat experimentell frühestens nach 15 Stunden entsprechende Veränderungen gefunden; bei sofortigem Tode verlief die Untersuchung negativ. Jedenfalls war bei den bisherigen Untersuchungen die Differentialdiagnose zwischen Luftembolie einerseits und Thrombenembolie sowie auch Fettembolie andererseits nicht zweifelhaft, weder beim Experiment noch bei dem geschilderten Fall, denn niemals handelt es sich um eine richtige Erweichung oder Zertrümmerung der Hirnsubstanz, sondern um die genannten langsamem Absterbe-, Nekrobioserscheinungen an den Ganglienzellen. Makroskopisch waren bei dem beschriebenen Falle die Furchen des Gehirns verstrichen und die Windungen stark abgeplattet (siehe *Neubürger*, l. c.).

Es wird in absehbarer Zeit wohl nur in Forschungsinstituten möglich sein, derartige genaue neurohistologische Untersuchungen auszuführen. Sache des Gerichtsarztes aber wird es sein, mit der Möglichkeit dieses Nachweises der cerebralen Luftembolie in länger dauernden Fällen zu rechnen und bei geeigneten Fällen solche Untersuchungen zu veranlassen. Weiter dürften diese Untersuchungen aber die Vermutung nahelegen, daß es sich wohl bei manchen Fällen sowohl von plötzlich tödlicher als von länger dauernder Erkrankung an Luftembolie in erster Linie klinisch um eine cerebrale Luftembolie handelt, auch dann, wenn nirgends mehr bei der Sektion im Gefäßsystem Luft nachweisbar ist.

Bei der uns hier interessierenden Form der Luftembolie, vom schwangeren Uterus aus, liegt der Grund für das verspätete Eintreten der schweren Erscheinungen bzw. des Todes wohl in der Hauptsache darin, daß die eingespritzte Luft häufig zunächst im Uteruseavum oder aber im Ablösungsraume zwischen Ei und Uteruswand verweilt und erst bei fortschreitender Eiablösung bzw. bei körperlichen Bewegungen, Drucksenkung im Abdomen usw., in die eröffneten Venen eingesaugt bzw. eingepreßt wird.

Voraussetzung dafür ist, daß auch tatsächlich ein größeres Quantum Luft in der Gebärmutter aufgenommen und dort zurückgehalten werden kann. *Max Richter*<sup>2)</sup> erwägt in seiner gerichtsärztlichen Diagnostik

1905 diese Möglichkeit noch nicht; er stellte sich offenbar vor — was wahrscheinlich für die Mehrzahl der Fälle zutrifft —, daß die Luft bei der Einspritzung *sofort* in die Uterusvenen aufgenommen wird; eine ausgiebigere Luftaufnahme hält er offenbar nur in den späteren Monaten der Schwangerschaft für möglich, und er bezeichnet deshalb die Luftembolie als Todesursache bei Fruchtabtreibung als sehr selten, da die meisten Abtreibungen in den ersten Schwangerschaftsmonaten stattfänden. Später, 1914, weist er ausdrücklich auf das Vorkommen der „protrahierten Luftembolie und deren mutmaßliches Zustandekommen“ hin<sup>3)</sup>) Daß die Zurückhaltung der Luft in der Uterushöhle, auf die auch *M. Stumpf*<sup>4)</sup> schon hinweist, tatsächlich vorkommt, geht einmal aus vielen Leichenbefunden hervor, wo bei reichlichem Luftgehalt des rechten Herzens der Uterus noch mit Luft gefüllt war. Einen weiteren Beweis sehe ich in einem von mir angestellten Leichenversuch, bei dem ich ein Luftpumpermisch in den 2 Monate schwangeren Uterus einspritzte; die inneren und äußeren Geschlechtsorgane waren im Zusammenhang der Leiche entnommen worden. Es entwich die Luft nach Herausnahme der Kanüle aus dem Cervix weder spontan noch bei leichtem Druck auf den Uterus. Der enge Cervix, der nur gewaltsam, aber ziemlich rasch von der Kanüle passiert worden war, verhinderte dies; die Luft und das Wasser waren nur in das Uteruscavum eingedrungen und hatten dasselbe gebläht; das Ei an der vorderen Uteruswand war intakt, nur eine Spur von Blut war dem Wasser beigemischt. Bei der Lebenden mit dem erhöhten Turgor der Gewebe dürfte das Entweichen der Luft nach außen eher noch mehr behindert, jedenfalls nicht leichter sein. Es bedurfte keines besonders starken Druckes bei der Einspritzung, um den Uterus durch Wasser und Luft ungefähr auf das doppelte Volumen aufzublähen, und es ist zu bedenken, daß sich ja mit den so oft angewandten Klysopomen ein ganz beträchtlich starker Druck erzeugen läßt.

Erst wenn die Luft in das Venensystem eingedrungen ist, treten rasch die Erscheinungen auf: Meist, bei genügend raschem und reichlichem Eintritt der Luft, der Herztod. In seltenen Fällen, besonders bei offenem Foramen ovale, tritt die paradoxe Luftembolie des großen Kreislaufes ein, und die Gehirnerscheinungen nehmen ihren Anfang; diese wieder führen entweder rasch zum Tode, oder es tritt der Tod erst nach Stunden oder Tagen, wie in unserem Falle, ein; oder aber es tritt rasche oder langsame völlige Heilung ein. Sofortiger Tod durch Luftembolie des Gehirns ist bei Lungenoperationen beobachtet, wo die Luft durch die Lungenvenen in das linke Herz und in den großen Kreislauf gelangt; dabei ist aber offenbar die erste Gefahr die Luftembolie der Coronararterien. Beim kriminellen Abort ist sofortiger Tod durch cerebrale Luftembolie m. W. bisher noch nicht mit aller Sicherheit auch anatomisch nachgewiesen worden.

Bei der cerebralen Luftembolie infolge Abtreibungsversuches gilt wohl auch fernerhin die Annahme, daß für das Zustandekommen dieser paradoxen Embolie ein offenes Foramen ovale Voraussetzung ist; andererseits braucht nicht immer bei offenem Foramen ovale eine Luftembolie im großen Kreislauf einzutreten, das hängt wohl in der Hauptsache von der Größe der Öffnung ab. In dem Münchener Fall war es für einen Bleistift durchgängig. Bei 2 typischen Fällen von gewöhnlicher Luftembolie mit Luft im rechten Herzen bei krimineller Fruchtabtreibung fanden wir bei spaltförmig offenem Foramen ovale im linken Herzen und in der Aorta keine Luft, ebensowenig in den Coronararterien. In einem Fall von durchgängigem Foramen fanden sich in der Aorta ascendens einzelne Luftbläschen. Bei einem anderen Abtreibungsfalle mit geschlossenem Foramen ovale fanden wir indessen in der linken Herzkammer kleine Luftbläschen bei starker Luftfüllung der rechten Kammer sowie auch der Halsvenen. *M. Richter*<sup>5)</sup> schreibt 1913 noch, daß der Befund von Luft im linken Herzen bei geschlossenem Foramen ovale nicht erklärliech sei. Dieser Befund von Luft im linken Herzen bei geschlossenem Foramen schneidet die Frage der Durchgängigkeit des kleinen Kreislaufes für Luft an; dieselbe kann nach den Experimenten und auch Sektionsbefunden mehrerer Autoren nicht bezweifelt werden. Was die Frage des Fäulnigsgases im Herzen, auch im linken Ventrikel, betrifft, so sind freilich die von *Dyrenfurth*<sup>22)</sup> erhobenen Befunde wohl zu beachten. Sichere Beweise für die Durchlässigkeit der Capillaren, sowohl des kleinen wie des großen Kreislaufes, bei genügender Herzkraft, sind einmal die Beobachtungen mit dem Augenspiegel, wie sie von *Becker, Stargardt, Wilbrandt* [s. *Wever*<sup>6)</sup>] u. a. an der Retina erhoben wurden: Sie sahen die Bläschen in den Gefäßen und Capillaren als silbrig glänzende Streifchen auftauchen und wieder verschwinden, wobei die erblaßte Retina spätestens nach 5 Minuten wieder ihre gewöhnliche Rotfärbung erlangte. Übrigens waren sowohl bei Menschen wie bei Affen und Hunden diese Befunde an der Retina mit dem Augenspiegel auch noch an der Leiche zu erheben, besonders da die Pupillen maximal erweitert sind (*Wever*, 1. c.).

Auch die Experimente von *Wolf*<sup>7)</sup>, sowie von *Heller, Mager* und *v. Schrötter*<sup>8)</sup>, auch von *Photakis*<sup>9)</sup> sowie von vielen anderen beweisen ja die Durchgängigkeit der Capillaren für Luft. *Wolf* sah nach Injektion von Luft in die linke Arteria femoralis dieselbe sehr rasch in der rechten Vena cruralis auftreten, so daß dieselbe die Capillaren des großen sowie des kleinen Kreislaufes passiert haben mußte; dabei ist zu vermuten, daß die Lungencapillaren an sich eher noch besser für die Luft durchgängig sein dürften, da sie weiter sind und jedenfalls nur einem einseitigen Gewebsdruck unterliegen.  $\frac{3}{4}$  derselben müssen nach *Lichtheim*<sup>10)</sup> verlegt sein, ehe der Tod eintritt. Diese Tatsache allein schon macht

die Annahme sehr unwahrscheinlich, daß der plötzliche Tod bei gewöhnlicher Luftembolie von den peripheren Venen her durch Capillarverstopfung der Lunge eintrete. Allerdings ist mit einer starken Verlangsamung der mit Luftbläschen gemischten Blutsäule zu rechnen, da nach Untersuchungen *Zanggers* (s. *Brauer!*) ein Bluthuftgemisch beim Passieren engster Kanäle wahrscheinlich infolge Meniscuswirkung erhöhten Widerständen begegnet. Die starke Verlangsamung schon in den kleinsten Arterien wurde auch ophthalmoskopisch von *Stargardt* beobachtet.

Was jedoch die Lungenpassage anbetrifft, so sprechen insbesondere die neuesten Versuche von *Gundermann*<sup>11)</sup> mit Hunden, die, hauptsächlich wohl wegen ihres kräftigen rechten Ventrikels, weit größere Luftmengen vertragen als das Kaninchen und wahrscheinlich auch der Mensch, dafür, daß eine Passage der Luft durch den Lungenkreislauf in solchen Quantitäten, daß sie im großen Kreislauf noch gefährlich wirken könnte, wohl auch beim Menschen, wenn überhaupt, nur recht selten vorkommt. Beim Pferd mit seinem kräftigen rechten Ventrikel ist die Passage großer Luftmengen durch den Lungenkreislauf von *Richter*<sup>12)</sup>, einem Veterinärmediziner, erwiesen; letzterer hält jedoch nach seinen Versuchen diese durch die Lunge passierte Luft infolge ihrer feinsten Verteilung für ungefährlich für den großen Kreislauf. *Gundermann* und *Richter* sprechen von einem Schutzfilter, den der Lungenkreislauf für das linke Herz bei venöser Luftembolie aus der Peripherie bildet. Ob bei dem raschen Verschwinden der Luft aus dem Kreislauf bei überlebenden Fällen mehr die Ausscheidung der Luft in die Alveolen durch Diffusion oder durch geplatzte Capillaren oder mehr die teilweise Adsorption an das Blut in der feinen Capillarverteilung die Hauptrolle spielt, ist noch ungeklärt. Übrigens spielt die Lungenpassage der Luft bei den Tierarten mit relativ schwachem rechten Ventrikel, wie ihn auch der Mensch besitzt, bekanntlich keine so große Rolle, da ja der Tod bei reichlichem und raschem Lufteintritt, wie es offenbar auf die Fälle von kriminellem Abort durch intrauterine Einspritzung meist zutrifft, schon infolge Stillstandes des rechten Ventrikels eintritt. Der rechte Ventrikel blockiert bei reichlicher Luftfüllung den Lungenkreislauf, so daß nur mehr wenig oder gar kein Blut in die Lungenschlagader gelangt; dadurch sinkt bald auch der Aortendruck, wie *Couty*<sup>13)</sup> nachgewiesen hat, da auch der linke Ventrikel nur mehr eine verminderte Blutmenge aus dem Lungenkreislauf erhält und dadurch wohl in seiner Kontraktionsfähigkeit ebenfalls schnell herabgesetzt wird, weil eben der physiologische Reiz dazu, die normale Blutfüllung, fehlt. Es scheitert die Möglichkeit, daß größere Mengen von Luft den Lungenkreislauf passieren, praktisch an der Schnelligkeit des Stillstandes des rechten Ventrikels, dem auch der physiologische Funktionsreiz fehlt. An der Leiche erscheint er ja

bei den ganz akuten Fällen samt dem Vorhof, ebenso wie bei Tierexperimenten, besonders bei Kaninchen mit schwachem rechten Ventrikel, oft stark gebläht. *Kleinschmid*<sup>14)</sup> hat gezeigt, daß bei Injektion der Luft direkt in die Lungenschlagader unter Vermeidung des rechten Ventrikels die Luft den Lungenkreislauf meist rasch passiert, da der rechte Ventrikel dabei nicht durch die Luftblähung geschädigt wird und die *Vis a tergo* unvermindert bleibt.

Unser oben beschriebener Fall lehrt nun aber zweifellos, daß es einen Gehirntod durch Luftembolie bei kriminellem Abort gibt. Das Vorkommen dieses Gehirntodes war früher von einzelnen Autoren wohl für möglich und wahrscheinlich gehalten worden; *Brauer*<sup>15)</sup>, *Wever* (l. c.) u. a. waren davon überzeugt. *Gundermann* (l. c.) jedoch, einer der letzten Experimentatoren von chirurgischer Seite, hat im Gegensatz zu *Brauer* auf Grund seiner Versuche an Hunden behauptet, daß Gehirnembolie durch Luft als Todesursache bei Luftembolie im großen Kreislauf nicht in Frage komme, da er regelmäßig rasche Erlähmung des Herzens infolge Anfüllung der Coronararterien mit Luftbläschen gesehen hat. Er injizierte allerdings die Luft in eine Pulmonalvene; es genügten dabei oft äußerst geringe Luftpunktionen, um bereits den Tod durch Coronarembolie herbeizuführen. Er sagt, daß durch Gehirnembolie der Tod eintreten könne, dafür stehe der Beweis noch aus. Unser Fall beweist aber, daß bei Luftembolie im großen Kreislauf durch Offensein des Foramen ovale vom schwangeren Uterus aus der Tod nicht sofort durch Coronarembolie erfolgen muß, sondern noch nach Tagen durch cerebrale Luftembolie eintreten kann. Er stellt also eine bedeutsame Ergänzung der Fälle von *Brauer*, *Wever* u. a. dar, bei denen es sich immer um Lufteintritt in die Lungenvenen gehandelt hat.

Sichere Fälle von anatomischem Nachweis einer cerebralen Luftembolie bei krimineller Abtreibung sind in der Literatur nur selten zu finden. *Neidhardt*<sup>16)</sup> hat besonders einen Fall erwähnt, der ebenfalls unter andauernder Bewußtlosigkeit und cerebralen Herdsymptomen „nach einigen Tagen“ schließlich an einer Pneumonie starb. Es hatte sich ebenfalls um eine Abtreibung gehandelt. Einen Sektionsbefund dieses Falles hat er nicht veröffentlicht. Übrigens dürfte es sich bei dem von *Lesser* seiner Zeit beschriebenen sehr interessanten Falle auch um eine cerebrale Luftembolie gehandelt haben (V. f. G. M. III. Folge, Bd. 49, 1915); die Krankheitsdauer betrug 17 Stunden.

Die Frage einer Luftembolie im großen Kreislauf mag für den Gerichtsarzt doch gelegentlich eine Rolle spielen, seitdem wir wissen, daß bei Lungenoperationen, ja sogar bei Pleurapunktionen sowie beim Anlegen bzw. Nachfüllen eines Pneumothorax, Luftembolie im großen Kreislauf eintreten kann. Nach *Brauer* (l. c.), *Wever* (l. c.), *Beneke*<sup>17)</sup> u. a. ist wohl ein großer Teil der sog. üblichen Zufälle bei Eingriffen am

Thorax auf diese Form der Luftembolie zurückzuführen, insbesondere durch Verletzung der erkrankten infiltrierten Lunge mit ihren fixierten Venen. Hauptsächlich sind die Fälle von sog. Pleurareflex und Pleuraeklampsie wohl in der Mehrzahl so zu deuten; daß unter den Shocktodesfällen bei Eingriffen am weiblichen Genitalapparat sich vielleicht mancher Fall von cerebraler Luftembolie versteckt findet, kann man vermuten. Weniger beachtet ist die Tatsache, daß in der Literatur schon eine Reihe von Fällen beschrieben ist, bei denen es im Verlaufe krankhafter, meist tuberkulöser Prozesse zu spontaner Luftembolie im großen Kreislauf, z. B. durch Eröffnung eines Lungengefäßes in einer Kaverne, und damit zu plötzlichem Tode kam. Für den Sektionsbefund bei plötzlichen Todesfällen unter solchen Umständen kommt das in Betracht. Es kann dabei Coronar- oder Gehirnembolie vorliegen.

Über die Befunde von Luft im linken Herzen bei verschiedenen Formen des Erstickungstodes, insbesondere beim Ertrinkungstod, sowie bei Wiederbelebungsversuchen besonders an Neugeborenen will ich mich nicht weiter verbreiten. Die ersten sind von *Paltaut*, *Ipsen*, *Leers* u. a. beschrieben. Daß bei Überdruck in der Lunge es zu Lufteintritten in das Gefäßsystem sowie auch in die Pleurahöhle und zur Luftembolie im linken Herzen und im großen Kreislauf kommen kann, ist durch die Fälle von *Marchand*<sup>18)</sup> und *Beneke* (l. c.) sowie durch Experimente besonders von *Ewald* und *Kobert*<sup>19)</sup>, auch von *Bichat*<sup>20)</sup>, sicher gestellt. Ob indes die fast haselnußgroßen Erweichungsherde, die *Beneke* bei einem solchen Falle von Luft im Blute im Gehirn eines einige Tage alten Kindes fand, auf eine solche Luftembolie im großen Kreislauf zu beziehen sind, dürfte nach den Untersuchungen *Spielmeyers* (l. c.) doch fraglich erscheinen, wenn nicht angenommen werden soll, daß die anatomischen Veränderungen im Gehirne Neugeborener bei Luftembolie anders seien als beim Erwachsenen. Die Erklärung *M. Richters*<sup>5)</sup>, daß der Befund von schaumigem Blute in den Herzhöhlen Neugeborener rechts und links immer auf Kunstprodukte zurückzuführen sei, ist vielleicht doch dahin zu ergänzen, daß bei forcierten Wiederbelebungsversuchen asphyktischer Kinder Luft mindestens bis in das linke Herz gelangen kann.

Nach den Experimenten, die *Wever* (l. c.) angestellt hat, ist die cerebrale Luftembolie eine sehr launische. Oft genügten bei direkter Lufteinblasung in die Carotis von Hunden und Affen ganz geringe Mengen von Luft, um schwerste allgemeine und Herdsymptome bzw. den Tod herbeizuführen. In anderen Fällen wurden große Mengen von Luft vertragen. Es hängt ganz davon ab, wo die Luftbläschen hingelangen, in mehr oder weniger wichtige Gefäßgebiete des Gehirns; wahrscheinlich spielen auch die individuellen Unterschiede der Ausbildung der Hirnarterien, deren Weite und Anastomosen, eine Rolle.

Andererseits genügt sicher schon die kurze Unterbrechung der Ernährung des höchst empfindlichen Gehirngewebes beim verlangsamten Durchtritt der Luftbläschen durch die Gefäße und Capillaren, um die fortschreitende Degeneration an den betroffenen Stellen hervorzurufen; es bedarf dazu gar nicht des Steckenbleibens der Luftbläschen (*Spielmeyer*, l. c.).

Besteht jedoch ein offenes Foramen ovale, was in 20 bis 30% aller Obduktionen beobachtet wird (*Aschoff*), so gelangen offenbar größere Mengen von Luftblasen oder Bläschen, die ins Venensystem eingedrungen sind, direkt in die Hirnarterien und üben rasch die deletäre Wirkung aus, indem sie ausgedehnte Partien auf eine längere Spanne Zeit anämisieren und so das funktionstragende Nervengewebe irreparabel schädigen. Dabei kommt wohl plötzlicher Tod durch eventuelles Betroffensein der lebenswichtigen Zentren der Medulla oblongata vor. Daß beim plötzlichen Eintritt größerer Mengen von Luft ins Gehirn ein Steckenbleiben der Luftsäulen bereits in etwas größeren Gefäßen vorkommt, kann nach Sektionsbefunden und Experimenten einer Reihe von Autoren nicht bezweifelt werden. Es sind bei Fällen von tödlicher Luftembolie im großen Kreislauf mit akutem Verlauf größere luftgefüllte Arterien an Konvexität und Basis des Gehirns gefunden worden. Allerdings dürfte die Zahl derjenigen Fälle, bei denen es sich hierbei um Kunstprodukte handelt, nicht gering sein. Schon *Herxheimer* (Lehrbuch Schmaus-Herxheimer) weist auf das häufige Vorkommen artifiziellen Luftgehaltes der Hirngefäße bei der Sektion hin, die Luft trete besonders durch die eröffneten Halsvenen ein. Wir haben in zahlreichen Fällen, bei denen es sich nicht um eine Luftembolie und auch nicht um Fäulnisgas handeln konnte, nach Abnahme des Schädeldaches Luftsäulchen in den Gefäßen besonders der Konvexität, aber auch der Basis des Gehirns gesehen. Festere Verwachsung der Dura mit dem Schädeldache begünstigt natürlich das Entstehen solcher Kunstprodukte, die insbesondere dann auftreten, wenn die Kopfsektion erst nach Vollendung der Brust- und Bauchsektion vorgenommen wird, da dann die Lumina der durchschnittenen Brust- und Halsvenen und -arterien nach Entleerung ihres Blutes mehr oder weniger klaffen. Auch in die Blutleiter der harten Hirnhaut, die evtl. beim Durchsägen des Schädels verletzt wurden, speziell in den Längsblutleiter unter der Hinterhauptbeinschuppe, kann die Luft bei Abhebung des Schädeldaches sehr leicht nach Blutabfluß eingesaugt werden; von hier aus kann sie weiter in die einmündenden Pialvenen verschleppt werden. Aber auch, wenn der Kopf zuerst seziert wird, kann jederzeit artifizieller Luftgehalt der Meningealgefäße bei der Abnahme des Schädeldaches eintreten. Bei der Herausnahme des Gehirns tritt natürlich die Luft in die durchschnittenen Arterien an der Basis, die Basilaris und die Carotiden, ein.

Wie soll man überhaupt beim Verdacht auf cerebrale Luftembolie, in erster Linie bei Abtreibungsverdacht, sezieren? Hat das Leben nach Beginn der schweren Erscheinungen noch Stunden oder Tage gedauert, so ist ein Luftgehalt des Blutes überhaupt nicht mehr zu erwarten. Auch in akuten Fällen erscheint der Nachweis der Luft in den Gefäßen des Gehirns außerordentlich schwierig wegen der erwähnten Gefahr der Kunstprodukte. Das erste muß wohl stets die Eröffnung der Leibeshöhle sein mit genauerer Besichtigung der dabei sichtbar werdenden Gefäße. Ist Luft noch in den Gehirngefäßen zu erwarten, so ist sie auch wahrscheinlich noch in anderen Gefäßen des großen Kreislaufes zu finden, in den Arterien des Magens, des Netzes, des Mesenteriums, wo sie auch beim Experiment gefunden wurde. Die Besichtigung der Venen des kleinen Beckens, des Uterus sowie der Spermaticae internae und der Cava ist rasch erledigt. Dann wird man stets die typische Sektion des rechten und linken Herzens unter den bekannten Kautelen nach Besichtigung der Kranzgefäße auf Luftgehalt anschließen, evtl. unter Verwendung der von *Dyrenfurth*<sup>21)</sup> und von *Meixner* angegebenen Apparate. Bei der teilweisen Wegnahme des Brustbeines sind auch die Vasa mammaria interna zu schonen. Hierauf möchte ich empfehlen, sofort die Kopfhöhle zu sezieren und dabei die genaueste Besichtigung des Gehirns *in situ* vorzunehmen, auch die Arterien der harten Hirnhaut zu beachten. Während dieser Untersuchung müßte das vorher geöffnete Herz vor Lufteintritt geschützt werden, am besten durch die Wasserfüllung des Herzbeutels oder durch Abbindung der Gefäßwurzeln. Findet man Luftsäulchen in den feineren Arterienästen des Gehirns, z. B. in der Arteria cerebri media oder corporis callosi und ihren Ästchen, so kann bei Ausschluß von Fäulnis an der intravitalen Entstehung dieses Befundes kaum ein Zweifel sein, wenn mit der nötigen Kritik vorgegangen wird. Die Methode, die *Brauer* vorgeschlagen hat, evtl. das Gehirn *in toto* unter Wasser zu zerschneiden, halte ich ohne weitere Kautelen nicht für angängig, bzw. die Ergebnisse nicht für beweisend. Andererseits: Hat man unter allen Vorsichtsmaßregeln seziert und dabei Luft bzw. Gas in den Gefäßen *in situ* gesehen, so ist das Zerschneiden unter Wasser nicht mehr nötig; denn gerade bei der Herausnahme dringt die Luft am leichtesten ein. Schon an der Spitze beider Schläfenlappen bestehen meist größere Gefäßverbindungen zwischen Dura und Pia, die bei der Herausnahme eingerissen oder angeschnitten werden. Wird dagegen die Luft nur mehr in den feineren Gefäßen vermutet, so dürfte der exakte Nachweis so minutiöser Mengen auch unter Wasser sehr schwierig sein.

Falls die Hornhäute noch nicht getrübt sind, kann an der Leiche eine Untersuchung des Augenhintergrundes mit dem Augenspiegel versucht werden, die schon einmal ein positives Resultat hatte (*Wever* l. c.).

Im Verlaufe der Sektion könnte das ganz oder zur Hälfte herausgenommene Auge auf Luftfüllung der feinsten Äste der Arteria centralis retinae untersucht werden, wie es bei einem solchen Fall in Hamburg einmal gelang. Bei subakuten Fällen kann schließlich die histologische Untersuchung des Gehirns eingeleitet werden.

Was die Menge und Verteilung der im Herzen bzw. auch in den Gefäßen angetroffenen Luft' betrifft, so ist dabei außer den bekannten sonstigen Kautelen auch noch die Totenstarre des Herzens, besonders des linken Ventrikels, zu berücksichtigen. Nach den früheren Untersuchungen insbesondere von *F. Strassmann*<sup>22)</sup> und den Kriegsuntersuchungen von *Aschoff*<sup>23)</sup> setzt die Starre des linken Ventrikels häufig schon eine  $\frac{1}{2}$  Stunde nach dem Tode ein und ist imstande, das in der linken Kammer befindliche Blut auszutreiben, wohl nach beiden Seiten, sowohl in die Aorta wie in den linken Vorhof, vorausgesetzt, daß das Mitrалostium bei der Leiche insuffizient ist, da die Klappen ja nicht gestellt werden. Für den Inhalt des rechten Ventrikels dürfte die kaum nachweisbare Totenstarre der rechten Kammerwand nicht von wesentlicher Bedeutung sein. Die Frage der Totenstarre des Uterus und die Möglichkeit der Lageveränderung seines Inhalts durch dieselbe ist umstritten.

Besonderer Wert wird von manchen Autoren auf die feinschaumige Beschaffenheit des Blutes im Herzen gelegt als Zeichen intravitaler Vermischung der Luft mit dem wirbelndem Blute. Wie lange diese feinschaumige Beschaffenheit in der Leiche anhält, ist eine andere Frage, meist erhält man beim Anstechen des Herzens unter Wasser außer feinem Schaum besonders auch größere Luftblasen, die in der Leiche durch Konfluenz entstanden sein können; sicher kann auch Verlagerung der Luft innerhalb der Herzähnlichen durch Lagewechsel der Leiche bewirkt werden, da dabei der Auftrieb der Luft zur Geltung kommt, was bei erhaltenem Kreislauf nicht in nennenswertem Grade der Fall sein kann.

Hier erwähne ich aber einen unserer Fälle, bei dem der Abtreiber die Leiche des Mädchens, das nach 2maliger Injektion mittels Klyspompe plötzlich verschieden war, mit Hilfe eines Komplizen auf die Schulter nahm und einige 100 m weit trug, bis er sie auf einer Wiese hinter einer Planke niederlegte. Bei der frühzeitig vorgenommenen Sektion fanden wir typische Luftfüllung des rechten Herzens und Totenstarre des linken. Der erste hatte die Leiche sogar einmal abgelegt, und dann hatte der zweite sie wieder auf die Schulter genommen! Der mehrfach vorgenommene Lagewechsel zwischen dem Tode und der Sektion hat also hier keinen Einfluß auf die Luftfüllung des Herzens gehabt. Daß jedoch bei ganz unzweckmäßigen Lageveränderungen der Leiche aus irgendeinem Grunde und bei irgendeiner Gelegenheit,

z. B. durch starkes Aufrichten des Oberkörpers, doch eine nennenswerte Verlagerung der Luft aus dem Herzen in die großen Gefäße vorkommen könnte, erscheint, theoretisch betrachtet, keineswegs ausgeschlossen. Die Erkennung der Todesursache könnte dadurch erschwert werden.

Zum Schluß ein Wort über die hauptsächlichsten Krankheitsercheinungen bei der Luftembolie im großen Kreislauf; sie gehen fast alle vom Gehirn aus, und es ist auf folgendes zu achten: Charakteristisch ist meist der plötzliche Beginn der schweren cerebralen allgemeinen und Herdsymptome, meist in direktem Anschluß an den Eingriff, auch ihre eventuelle Flüchtigkeit. Häufig ist heftiges Aufschreien, Erbrechen, Klagen über momentane Erblindung, die manchmal schnell vorübergeht, Augenmuskellähmungen, Pupillenstörungen, Nystagmus, Paresen, tonische sowie klonische Krämpfe, allgemeine Krampfanfälle, teilweise vom Jackson-Typus, Störungen des Bewußtseins bis zum tiefsten Koma, Reflexsteigerung, in anderen Fällen Verschiedenheit der Reflexe rechts und links; kurz, wie man sieht, ein sehr wechselndes Bild. Rasches Vorübergehen aller Symptome mit völliger Heilung wechselt mit sofortigem Tode und mit langdauernden motorischen und auch sensiblen Störungen; das Auftreten eigentlich psychotischer Zustände ist, abgesehen von kurz dauernder Verwirrtheit, m. W. nicht beobachtet. *Brauer* (l. c.) hat masernartige wandernde Erytheme beobachtet, die anscheinend beim Durchtritt der Luft durch Hautcapillarbezirke entstehen. Das sog. Mühlen oder Distanzgeräusch, das auf mehrere Meter Entfernung hörbar ist, entsteht nach *Gundermann* (l. c.) im rechten Ventrikel, andere wie *Blum*<sup>21)</sup> halten außerdem auch an der Möglichkeit der extrakardialen Entstehung des Geräusches fest.

Als wichtige Forderung, die sich aus dem eingangs beschriebenen Fall und meinen daran angeschlossenen Ausführungen ergibt, muß festgestellt werden, daß bei der Beurteilung unklarer, plötzlich aufgetretener Krankheitszustände von Frauenspersonen im zeugungsfähigen Alter die Beobachtung der Begleitumstände notwendig ist, um eine richtige klinische Diagnose zu ermöglichen; denn ohne dieselbe ist die Differentialdiagnose der cerebralen Luftembolie gegenüber gewissen Vergiftungen sowie gegenüber anderen cerebralen Erkrankungen außerordentlich schwierig, wenn nicht unmöglich. Die Kenntnis der Folgen von Abtreibungshandlungen, wie sie die gerichtliche Medizin lehrt, ist allerdings eine Hauptvoraussetzung dafür. Der Obduzent muß wissen, wie er bei akuten Fällen den Gang der Sektion einzurichten hat, und daß bei länger dauernden Fällen die histologische Untersuchung des Gehirns die Diagnose noch sichern kann.

**Literaturverzeichnis.**

- <sup>1)</sup> *Spielmeyer*, Über die anatomischen Folgen der Luftembolie ins Gehirn. Verhandl. d. Dtsch. Kongresses f. inn. Med., 30. Kongreß, Wiesbaden 1913. — <sup>2)</sup> *Richter, Max*, Gerichtsärztliche Diagnostik. Leipzig 1905, S. 215. — <sup>3)</sup> *Richter, Max*, Untersuchung bei plötzlichen Todesfällen. In *Lochtes gerichts- und polizeiärztl. Technik* 1914. — <sup>4)</sup> *Stumpf, M.*, In *Lochtes gerichts- und polizeiärztl. Technik*, sowie *Gerichtliche Geburtshilfe* in *Winckels Handbuch der Geburtshilfe*. 1907. — <sup>5)</sup> *Richter, Max*, Erfahrungen über Sektionsvorschriften. Zeitschr. f. Medizinalbeamte **26**, 797. 1913. — <sup>6)</sup> *Wever*, Cerebrale Luftembolie. Beitr. z. Klin. d. Tuberkul. **31**, Heft 2. — <sup>7)</sup> *Wolf*, Experimentelle Studien über Luftembolie. Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **174**. 1903. — <sup>8)</sup> *Heller, Mager, von Schröter*, Über arterielle Luftembolie. Zeitschr. f. klin. Med. 1897. — <sup>9)</sup> *Photakis*, Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. **50**. 1915. — <sup>10)</sup> *Lichtheim*, Die Störungen des Lungenkreislaufs und ihr Einfluß auf den Blutdruck. Berlin 1876. Zitiert bei *Landois*, Lehrbuch der Physiologie. — <sup>11)</sup> *Gundermann*, Mitt. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir. **33**. 1921. — <sup>12)</sup> *Richter*, Arch. f. wiss. u. prakt. Tierheilk. **31**. 1905. — <sup>13)</sup> *Couty*, Etudes expérimentelles sur l'entrée de l'air dans les veines. Paris 1875. — <sup>14)</sup> *Klein-schmidt*, Arch. f. klin. Med. **106**, Heft 4; sowie Zentralbl. f. Chir. 1912, Nr. 30, Beilage. — <sup>15)</sup> *Brauer*, Dtsch. Zeitschr. f. Nervenheilk. **45**; sowie Beitr. z. Klin. d. Tuberkul. **12**, Heft 1. — <sup>16)</sup> *Neidhardt*, Zeitschr. f. Medizinalbeamte **28**. 1915. — <sup>17)</sup> *Beneke*, Verhandl. d. Dtsch. Pathol. Gesellsch., 16. Tagung 1913; Beitr. z. Klin. d. Tuberkul. **9**; Zentralbl. f. Gynäkol. **36**. 1912. Siehe auch *Fuks*, Luftembolie im großen Kreislauf. Inaug.-Diss. Halle 1913. — <sup>18)</sup> *Marchand*, Prager V. f. prakt. Heilk. **33**, 1876; sowie Zentralbl. f. Gynäkol. **23**. 1899. — <sup>19)</sup> *Ewald* und *Kobert*, Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. **31**. 1883. — <sup>20)</sup> *Bichat*, Recherches physiolog. sur la vie et la mort. Paris 1908. — <sup>21)</sup> *Dyrenfurth*, Dtsch. Zeitschr. f. d. ges. gerichtl. Med. **3**. 1923 sowie **4**. 1924. — <sup>22)</sup> *Strassmann, F.*, Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. 1889 und 1896. — <sup>23)</sup> *Aschoff*, Beitr. z. pathol. Anat. u. z. allg. Pathol. **63**, Heft 1. 1916. — <sup>24)</sup> *Blum*, Dtsch. Arch. f. klin. Med. **140**, Heft 3 und 4. — <sup>25)</sup> *Neubürger*, Zentralbl. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie **38**, 480. 1924; sowie: Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie **71**. 1921.