

Aus dem Institut für Gerichtliche Medizin und Kriminalistik Mainz
(Direktor: Prof. Dr. med. et phil. K. WAGNER)

Das Erkennen und Verhalten von fettanfärbbaren Substanzen in den Lungen vor und nach Brandeinwirkung mittels histochemischer und papierchromatographischer Untersuchungen*

Von

H. J. WAGNER

Mit 7 Textabbildungen

Die ersten systematischen Tierversuche zur Erfassung der Wirkung von in den Kreislauf gelangtem Fett wurden — wenn man von einigen Vorläufern solcher Versuche Ende des 17. Jahrhunderts (u. a. COURTEN) absieht — 1821 von MAGENDIE veröffentlicht. Hierbei wurde Olivenöl in die Gefäßbahn injiziert und die Verlegung der Lichtung kleiner Gefäße mit Fettkügelchen beobachtet. Der daraufhin eingetretene Tod wird mit diesen Befunden in Zusammenhang gebracht.

Weitere Versuche mit Registrierung der klinisch zu beobachtenden Effekte unternahm R. VIRCHOW im Jahre 1862. Noch im gleichen Jahr beschrieb A. ZENKER einen Fall von Fettembolie nach traumatischer Ruptur der Leber. Erstmals wird hier die Beobachtung von flüssigem Fett in den Lungencapillaren beim Menschen gemacht. In der Folge häufen sich die Beobachtungen über Fettembolie, und zunächst wird als auslösendes Moment allein ein Trauma angenommen. Doch bereits 1880 stellte SCRIBA 177 bis dahin veröffentlichte Fälle von Fettembolie zusammen und erwähnt neben der traumatischen Ätiologie Krankheiten, die mit Degeneration der Körpergewebe einhergehen (u. a. Schrumpfnieren, Lungentuberkulose). Von E. ZILLNER wird 1885 auf die Beobachtung hingewiesen, daß als Folge postmortalen Veränderungen u. a. eine Fettimbibition eintreten kann, wobei seinen Beobachtungen zufolge auch „durch die Wände des Gefäßsystems Fett durchtrete“. M. WESTENHOEFFER bestätigt 1903 diese Beobachtung und faßt seine Auffassung dahingehend zusammen, daß die „Fettverschleppung eine Teilerscheinung der Fäulnis“ ist und hierdurch Bilder einer Fettembolie hervorgerufen werden können. Allerdings waren bei dem von WESTENHOEFFER beobachteten Fall u. a. 5 subcutane Injektionen mit Kampheräther kurz vor dem Tod verabreicht worden. Auf die Bedeutung dieses Umstandes und einer evtl. dadurch ausgelösten Fettembolie weist erstmals BÜRGER 1909 hin (vgl. hierzu auch die späteren experimentellen Untersuchungen von E. P. LEHMANN u. a.). Er selbst konnte bei 18 Leichen mit starker Fäulnisgasbildung bei der speziellen Untersuchung auf Fettembolie niemals Fett in den Gefäßen der Lungen finden. Er ist daher der Auffassung, daß die Fettembolie eine vitale Erscheinung ist. ZIEMKE verneint zwar die Möglichkeit einer postmortal entstandenen Fettembolie nicht ganz, hebt aber hervor, daß sie dann „nur recht spärlich“ sei. BOHNE hat bei 6 von 15 faulen Wasser-

* Auszugsweise vorgetragen auf der Tagung der Deutschen Gesellschaft für gerichtliche und soziale Medizin in Zürich, September 1958.

leichen „ziemlich reichlich“ Fett in den Gefäßen der Lungen gefunden. Ein Ausschluß von vorangegangenen stumpfen Verletzungen war allerdings beim Zustand der Leichen nicht möglich. MÜLLER-HESS und OHLSEN beobachteten „bis zu einem gewissen Umfang“ auch bei hochgradiger Fäulnis postmortal zustande gekommene Fettembolie. Zum gleichen Ergebnis kommen F. NEUREITER und G. STRASSMANN vor allem nach experimentellen Untersuchungen, bei denen u. a. der Leiche eines Neugeborenen Methylenblau-Tusche in die Vena poplitea sin. gespritzt wurde. Nach fortgeschrittener Fäulnis des Leichnams wurde seziiert und Tuschepartikel auch histologisch selbst in „kleinen Lungengefäßen“ wiedergefunden. NIPPE fand zwar mit Sudan anfärbbare Verbindungen in größeren Arterien und Venen, aber nicht in den Capillaren der Lungen. Seiner Meinung nach spricht die echte capilläre Fettembolie für eine im Leben stattgehabte traumatische Beeinflussung. M. CARRARA bezieht 1897 auch Vergiftungen mit als ätiologischen Faktor für Fettembolie ein und erwähnt darüber hinaus unseres Wissens erstmals, daß in 6 von 13 Fällen nach Verbrühungen und Verbrennungen gleichfalls eine Fettembolie von ihm festgestellt wurde. N. B. GRÖNDAHL konnte 1911 nach experimentellen Untersuchungen (Verbrühung und Verbrennung von Kaninchen) keinen Anhaltspunkt für eine Fettembolie finden. Nach diesen und den Erfahrungen bei der Untersuchung von Brandleichen vertritt er die Auffassung, daß „Fettembolien gewöhnlicher Art in den Lungen“ als Folge der Hitzeeinwirkung auf die Leiche nicht vorkommt und eine gefundene Fettembolie traumatischen Ursprungs sei. Ihm pflichtet 1913 F. HARBITZ und 1923 F. LANDOIS bei. R. KOCKEL äußert sich ähnlich und vertritt den Standpunkt, daß bei einem „Schocktod“ im Verlauf einer Brandeinwirkung eine Fettembolie als Folge der Verbrennung auszuschließen ist. Nur bei einer „längeren“ Überlebenszeit in den Flammen müsse an die Möglichkeit einer „Verbrennungsfettembolie“ gedacht werden. G. STRASSMANN führte 1933 in Breslau Verbrennungsversuche an Leichen von Neugeborenen sowie an Hunde- und Meerschweinchenkadavern durch. Selbst nach Einspritzung von flüssigem Körperfett in die untere Hohlader gelang es ihm bei zum Teil erheblicher nachfolgender Verbrennung nicht, eine postmortale Fettverschleppung in die Lungengefäße zu erreichen. Auch Verbrennungsversuche an narkotisierten Meerschweinchen, die unmittelbar oder nach 36 Std tödlich endeten, ergaben trotz Verkohlungs fetthaltiger Hautpartien keine Fettembolie. Im Hinblick auf die weiter unten zitierten Untersuchungen von OLBRYCHT und eine eigene Beobachtung, bei der eine endgültige Klärung hinsichtlich der Ätiologie der festzustellenden Fettembolie nicht zu erreichen war, schließt STRASSMANN mit den Worten ab: „Nur bei besonderen Umständen, wie bei längerem Überleben nach der Verbrennung, wird das Vorhandensein einer erheblichen Fettembolie, falls keine sonstige Verletzung zu finden ist, auf Flammenwirkung und Verflüssigung des Fettgewebes durch die Hitze bezogen werden können.“

H. J. GOLDBACH konnte bei narkotisierten Meerschweinchen, die einem Heißluftstrom von etwa 600° C ausgesetzt wurden und eine Überlebenszeit von 5—15 min aufwiesen, keine Fettembolie beobachten. Auch K. W. ZINK fand bei den von ihm untersuchten Brandleichen keine Fettembolie.

Demgegenüber sah J. OLBRYCHT bei 16 Fällen von Verbrühung und Verbrennung in 9 Fällen spärliche und in 3 Fällen eine mittelgradige (in jedem Schnitt sichtbare) Fettembolie. Bei der Verbrennung von Tierkadavern (Meerschweinchen und Kaninchen) sowie der Leiche eines Erwachsenen und eines Neugeborenen, wobei mit dem Bunsenbrenner etwa 45 min eine Flammeneinwirkung stattfand und danach jeweils etwa $\frac{1}{4}$ der Körperoberfläche verkohlt war, konnte keine Fettembolie festgestellt werden. Bei Verbrühungsversuchen, die mit Hunden durchgeführt wurden und wobei die Überlebenszeit in den Fällen, in denen eine

Fettembolie ganz leichten Grades festgestellt werden konnte, 1—10 Std betrug, lag die Dauer der Einwirkung bei 30—120 sec. OLBRUCHT kommt auf Grund dieser Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß die Hitze nur zu Lebzeiten den Übergang des Fettes im flüssigen Zustand und dessen Eintritt in den Kreislauf bewirkt.

R. ALEXANDER-KATZ konnte ebenso wie PACINOTTI insbesondere bei ausgedehnten Verbrühungen und Verbrennungen der Haut eine Fettembolie in den Lungen beobachten. H. MERKEL mahnt zur Vorsicht „bei der Bewertung der Fettembolie als Beweismittel für Annahme präexistenter Verletzungen bei Verbrennungstod“, auch wenn er „eine nur geringe, und zwar tropfige Fetteinschwemmung in größeren Pulmonararterienäste und nur ganz wenige Fetttropfen in den kleinsten präcapillären Gefäßen“ bei eigenen Untersuchungen einer Brandleiche sah. A. J. WATSON beziffert die Fälle, in denen bei der Obduktion eine geringgradige Fettembolie zu beobachten ist auf 14%, insbesondere würden Verbrennungen hierunter fallen (vgl. dort die zusammenfassend dargestellte anglo-amerikanische Literatur über Fettembolie).

K. SCHMITT fand bei lebend und tot verbrannten Tieren keine Anhaltspunkte für eine Fettembolie, wobei die Verbrennung lediglich bis zur äußeren Verkohlung der Tiere durchgeführt worden waren. Hingegen konnte er bei isoliert verbrannten Lungen auch ein regelrechtes Ausfallen kleinster Fetttropfen teils auch in den Gefäßen beobachten, was jedoch nur örtlich beschränkt am Ort der größten Hitzeinwirkung der Fall war und als Fettphanerose aufgefaßt wurde. Überblickt man die Literatur, die sich mit der Möglichkeit einer Fettembolie nach Verbrennungen befaßt, so fällt die Inkonstanz der Befunde auf, was nicht zuletzt darauf zurückzuführen sein dürfte, daß die Mehrzahl der Autoren sich nicht auf eigene Versuche stützen kann und die wenigen veröffentlichten Experimente nie in größerer Zahl und noch dazu nicht immer systematisch durchgeführt wurden. Eins ist jedoch übereinstimmend festgestellt worden, daß zumindest im Verlauf der durchgeführten Experimente keine *diffus* ausgeprägte capilläre Fettembolie zur Beobachtung kam. Wohl waren offenbar gelegentlich Befunde erhoben worden — soweit aus den nicht bebilderten Veröffentlichungen zu entnehmen ist —, die teils eine Vermehrung von fettanfärbbaren Verbindungen in den Lungen unter anderem auch in größeren Gefäßen erkennen ließen, teils sind es offenbar auch Bilder einer geringgradigen echten capillären Fettembolie gewesen. Hinsichtlich der Veränderung des Inhalts größerer Gefäße nach Brandeinwirkung weist MERKEL in diesem Zusammenhang auf die „eigentümlichen Färbungsreaktionen mit Scharlach und Sudan im Blut verbrannter Leichen, ähnlich wie bei Lipämie“ hin. Weiter hebt er „eigenartige Bilder von offenbar akuter Endothel-Verfettung mit Anlagerung verfetteter cellulärer oder amorpher Elemente auf der Gefäßinnenwand“ von Lungengefäßen hervor. G. DOTZAUER und H. JACOB sahen ähnliche Befunde an Hirngefäßen nach Brandeinwirkung.

In Anbetracht der forensischen Bedeutung der Frage, ob eine ausgedehnte echte capilläre Fettembolie allein durch eine weitgehende und hochgradige Brandeinwirkung entstehen kann, geben die zuvor aufgezeigten Veröffentlichungen nicht genügend Klarheit. Weiterhin bleibt auch offen, ob die teils vermehrt sichtbar gewordenen fettanfärbbaren Verbindungen, die unter anderem nach Tierexperimenten in den Lungengefäßen zur Beobachtung kamen, tatsächlich aus entfernteren Körperpartien durch den Kreislauf herantransportiert wurden oder auf welche Weise sie in Erscheinung treten und aus was sie sich im einzelnen evtl. zusammensetzen. Der Versuch zu einer Klärung zu kommen, mußte

somit zwangsläufig über gleichzeitige parallel laufende chemische und histochemische Untersuchungen des betreffenden Organmaterials laufen. Wohl liegen bereits Ergebnisse über qualitative und quantitative Fettbestimmungen unter anderem in normalen menschlichen Lungen vor und weiterhin sind auch quantitative Fettbestimmungen nach traumatisch bedingter Fettembolie gemacht worden (vgl. hierzu u. a. K. BEOTHY, H. KILLIAN), aber es sind unseres Wissens keine quantitativen und qualitativen Bestimmungen der Fettverbindungen vor und nach Brandeinwirkung zugleich mit histochemischen Untersuchungen durchgeführt worden, um ein Gesamtbild zu erhalten und evtl. die Fragen beantworten zu können, woher das sichtbar gewordene Fett stammte und welche Zusammensetzung es hat.

Methodik

10 Meerschweinchen, deren Blut vom Hygiene-Institut der hiesigen Universität zu laufenden Untersuchungen benötigt wurde, wurden gewogen, anschließend mittels Scherenschlag dekapitiert und entblutet. Von den Lungen wurden die großen zuführenden Gefäße sowie die Luftröhre einschließlich deren ersten Verzweigungen abpräpariert. Die beiden von allen Anhaftungen befreiten Lungenflügel wurden nach Verbringen auf Filtrierpapier nach 5 min auf einen neuen Filtrierpapierbogen gelegt und gewogen. Es wurde auf diese Weise festgestellt, daß das so ermittelte Lungengewicht $0,64\% \pm 0,12\%$ vom Körpergewicht betrug.

Für histologische Kontrolluntersuchungen wurden jeweils annähernd gleich große hilusferne Lungenpartien abgetrennt. Sämtliche feingeweblichen Untersuchungen erfolgten nach 24stündiger Formolfixierung und anschließender Gelatine-Einbettung. Die Fetтанfärbung geschah jeweils mit Sudan III, Sudan-Schwarz B und bei entsprechenden Befunden zusätzlich mit Nilblausulfat.

Papierchromatographische Untersuchung

Zur Ermittlung des Gesamtfettes in den Lungen wurden die Organteile zerkleinert und mit einem Äthanol-Äther gemischt (3:1) im Verhältnis von einem Gewichtsanteil zu 10 Volumenanteilen versetzt. Auf dem Wasserbad wurde mit Rückflußkühlung 20 min extrahiert. Es wurde danach filtriert und auf das Maß der Ausgangslösung aufgefüllt. 5 cm^3 hiervon wurden auf dem Wasserbad zum Verdunsten gebracht, sodann 3 cm^3 mit Methanol gesättigte KOH hinzugefügt. Die Verseifung auf dem Wasserbad geschah über 2 Std. Nach Abkühlen wurden 5 cm^3 destilliertes Wasser zugefügt und mit $0,4 \text{ cm}^3$ einer 10%igen H_2SO_4 versetzt. Der Äther wurde verdunstet und der Rückstand in der Kälte mit $0,8 \text{ cm}^3$ Chloroform aufgenommen. $0,1 \text{ cm}^3$ hiervon wurden auf mit Paraffin imprägniertem Schleicher & Schüll Papier 598 L (entspricht etwa dem Papier Whatman Nr. 3) aufgetragen. Die Durchführung der papierchromatographischen Untersuchung geschah nach der von C. MICHALEC angegebenen Methode, die dahingehend modifiziert wurde, daß bei Einbringen in das zweite Lösungsmittelsystem bei -8°C keine Drehung der Papierflächen um 90° erfolgte. Wir haben ohne diese Maßnahme eine bessere Trennung der einzelnen Fettsäuren erreichen können. Die Sichtbarmachung der einzelnen Fettsäuren geschah u. a. mittels Kupferacetat (vgl. hierzu H. P. KAUFMANN und W. H. NITSCH). Nach Kenntnis des anteilmäßigen Verhaltens der einzelnen höherwertigen Fettsäuren im Säugetierorganismus mußte

im wesentlichen mit dem Vorhandensein von zwei gesättigten Fettsäuren: Palmitinsäure (C_{16}) und Stearinsäure (C_{18}) gerechnet werden.

An ungesättigten Fettsäuren mit einer Doppelbindung kam vor allem die Ölsäure (C_{18}) in Frage. Bei der Gruppe mit 2 Doppelbindungen mußte die Linolsäure (C_{18}) und bei der mit 3 Doppelbindungen die Linolensäure in Betracht gezogen werden. Diese Säuren wurden bei entsprechenden in vitro-Versuchen einzeln und getrennt aufgetragen und hierbei das aus Abb. 1 ersichtlich werdende Bild sowie die angegebenen R_f -Werte gewonnen. Die quantitative Bestimmung der einzelnen Fettsäuren erfolgte nach Bildung der Kupferseifen auf dem Weg über die Kupferbestimmung. Zu diesem Zweck wurden die einzelnen Flecke ausgeschnitten,

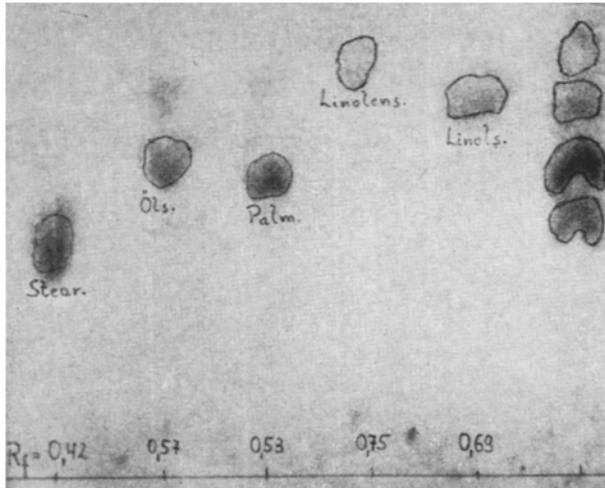


Abb. 1. Getrennt bzw. zusammen aufgetragene Fettsäuren mit ihren R_f -Werten

mit 1 cm³ Ammoniak (25%) extrahiert, 1 cm³ Essigsäure zugefügt. Nach Dekantieren wurde mit dem Zeiss-Spektralphotometer PMQ II mit einer Verstärkung von $g/11$; $\lambda = 470$; $s = 0,07$ gemessen. Die Eichkurve wurde nach γ -Mengen Kupfer erstellt und der gefundene Wert (entsprechend den stöchiometrischen Verhältnissen) mit 4,5 multipliziert, um die in Frage kommende Fettsäuremenge zu erhalten. Um vor der Verseifung jeweils eine orientierende Übersicht über die mit dem Äthanol-Äthergemisch extrahierbaren Verbindungen zu erhalten, wurden je 0,1 cm³ der Extraktionsflüssigkeit auf 1,5 cm breite und 34 cm lange Streifen des Papiers 2043 b von Schleicher & Schüll aufgetragen. Die Untersuchung und Anfärbung geschah nach H. P. KAUFMANN und E. SCHMIDT. Es wurden Färbungen mit Sudan III, Sudan-Schwarz B und Rhodamin B (0,1%) vorgenommen. Nach der Verseifung wurden gleichfalls von jedem Organ 0,1 cm³ des Chloroformauszugs ebenfalls auf Schleicher & Schüll Papier 2043 b aufgetragen, um u. a. mit der Rhodaminfärbung orientierend die nicht verseifbaren Verbindungen (Sterine) zu erfassen (vgl. Abb. 2).

Ergebnisse. Die histochemischen Untersuchungen können dahingehend zusammengefaßt werden, daß in keinem der Lungenschnitte der 10 Kontrolltiere fettanfärbbare Verbindungen in den Gefäßen bzw.

Capillaren zu sehen waren. Es fand sich lediglich vereinzelt eine geringfügige Menge von fettanfärbbaren Verbindungen in dem perivasalen und peribronchialen Gewebe.

Hinsichtlich der Auswertung der papierchromatographischen Untersuchungen ist festzustellen, daß die Fettsäuren je nach Konzentration gelegentlich nur paarweise — bedingt durch die teils nur geringfügig voneinander abweichenden R_f -Werte quantitativ erfaßt werden konnten. Stearin-Palmitin-Öl- und Linolensäure gelangten stets zur Darstellung, wohingegen Linolensäure nicht in allen untersuchten Lungen eindeutig nachweisbar war. Bei der quantitativen Bestimmung wurden getrennt bzw. zusammen ermittelt: Stearinsäure; Palmitin- und Ölsäure; Linol und Linolensäure. Bezogen auf das ermittelte Normalgewicht der Lungen schwankte der Gehalt an verseifbarem Gesamtfett pro Organ zwischen 0,8—2,1%, im Mittel lag er bei 1,2%. Der Stearinsäureanteil von verseifbarem Gesamtfett lag zwischen 20—25%, Palmitin- und Ölsäure umfaßten 45—50% und Linol- und Linolensäure 25—30%. Die Auswertung des mit dem jeweiligen Rohextrakt bzw. dem Chloroformauszug gewonnenen Chromatogramms geschah orientierend nach dem von H. P. KAUFMANN und E. SCHMIDT mitgeteilten Vorgehen beim Cauda-Test. Es wurden teils beträchtliche Unterschiede in bezug auf Farbintensität und Größe der Flecken bzw. der Länge und Breite des Sudanschweifs festgestellt, wobei jedoch eine Parallelität zu den jeweiligen Einzelergebnissen der zuvor mitgeteilten Untersuchung der Fettsäuren unverkennbar war. Die Befunde werden weiter unten in Beziehung zu denjenigen gesetzt, wie sie nach Brandeinwirkung zu erkennen waren.

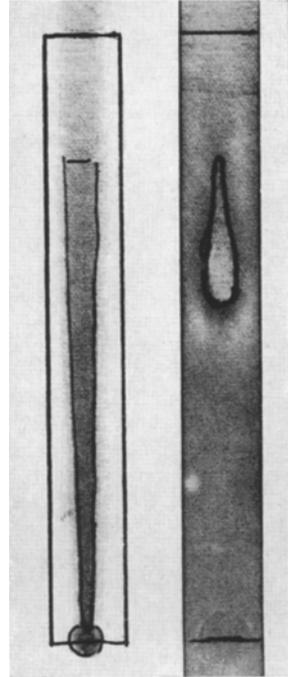


Abb. 2. Links: Cauda-Test vor Verseifung (Sudan-Schwarz B); rechts: nicht verseifbarer Anteil im Chloroformauszug (Rhodamin B)

Verbrennungsversuche

Zu den Versuchen wurden Meerschweinchen beiderlei Geschlechts mit einem Gewicht von 422—716 g benutzt. Die Tiere wurden bis zum Vorabend mit Futter versorgt. Die Versuche wurden jeweils zur gleichen Tageszeit (11—12 Uhr) durchgeführt. 10 Tiere wurden in Gruppen von je 2 aufgeteilt. Sämtliche Tiere befanden sich bei Beginn der Brandeinwirkung in tiefster Evipan-Na-Narkose (100 mg/kg i.p.).

Gruppe I wurde 15 min intensiver Brandeinwirkung mittels eines Feuers, das mit Holzwolle und dünnen trockenen Holzbrettchen entfacht wurde, ausgesetzt. Die Tiere lagen auf einem Rost im Zentrum der Flammeneinwirkung. Dauer der registrierbaren Atembewegung: etwa 1—2 min. Erst nach völligem Erkalten wurden die Tierkadaver vom Rost genommen. Es war eine völlige Verkohlung der Körperoberfläche eingetreten. Die äußere Form war erhalten geblieben. Der Bauchraum war eröffnet, die Därme geplatzt und der Inhalt in den Flammen verkocht. Die Muskulatur war unter der verkohlten Schicht regelrecht gebraten. Bei Eröffnung des Brustraums fiel auf, daß die Lungen außerordentlich voluminös waren und den ganzen Brustraum ausfüllten. Das Gewicht der unter den gleichen Bedingungen wie im Vorversuch beschriebenen präparierten Lungen betrug nach der Brandeinwirkung etwa das Doppelte des zu erwartenden Normgewichts.

Bei Gruppe II wurden die gleichen Grundbedingungen wie bei I erfüllt. Intensität der Flammeneinwirkung auch wie bei der ersten Gruppe. Etwa 1—2 min registrierbare Atembewegungen. Dauer des Brandes etwa $\frac{1}{2}$ Std. Danach noch weitgehendere und tiefgreifendere Verkohlung der Körperoberfläche. Die Extremitäten sind nur noch als skeletierte Stümpfe erkennbar. Die Muskulatur auch über dem Brustraum ist „geplatzt“. Der Brustraum ist teils eröffnet. Sonst sind die gleichen Befunde— wie unter I beschrieben— zu erheben. Die Lungen sind noch massiger, wirken wie gekochtes Fleisch. Gegenüber dem zu erwartenden Normgewicht betrug das tatsächliche Gewicht der präparierten Lungen nach dem Brand bei dem einen Tier etwa das Doppelte, bei dem anderen das etwa 3,5fache.

Gruppe III mit gleichen Versuchsbedingungen wie zuvor beschrieben, wurde anfangs einer überaus starken Flammeneinwirkung dadurch ausgesetzt, daß fortlaufend Holzwolle unter den Rost gebracht wurde. Atembewegungen waren kaum registrierbar und die Dauer daher nicht zu bestimmen. Die Flammeneinwirkung dauerte hier etwa $\frac{3}{4}$ Std. Die Extremitäten waren nach Ende des Brandes nicht mehr am Rumpf vorhanden. Brust- und Bauchraum infolge der Brandeinwirkung eröffnet, die Lungen teilweise angekohlt, äußere Struktur derselben weitgehend erhalten. Auch hier fiel das große Volumen der Lungen auf. Das Gewicht betrug etwa das $1\frac{1}{2}$ fache des zu erwartenden Normgewichts.

Gruppe IV. In Narkose wurden die Haare der Tiere mit einer Schere und einem Rasiermesser weitgehend entfernt bis auf die am Kopf und den Extremitäten befindlichen. Brandmaterial und Tiere wurden mit Benzin übergossen, die Flammen fortlaufend nur mit Holzwolle intensiv unterhalten, die teils noch mit Benzin getränkt war. Die Dauer des Brandes betrug etwa $\frac{1}{4}$ Std. Registrierbare Atembewegungen: etwa 1 min. Die Brandeinwirkung auf die Tierkörper war etwa mit der bei Gruppe II vergleichbar. Die Lungen waren nicht angekohlt, das tatsächliche Lungengewicht nach dem Brand gegenüber dem Normgewicht etwa das $2\frac{1}{2}$ - bzw. 3fache.

Gruppe V. Gleiche Versuchsbedingungen wie bei IV, lediglich unter Verwendung von Brennspritus. Branddauer etwa $\frac{3}{4}$ Std. Danach entsprach das Aussehen und die Befunde denen, wie bei Gruppe III, allerdings ohne sichtbare Verkohlung der Lungenoberfläche. Tatsächliches Lungengewicht etwa das Doppelte gegenüber dem zu erwartenden Normgewicht.

Die histochemischen und papierchromatographischen Ergebnisse der Untersuchungen der Lungen werden am Ende der Verbrennungsversuche gemeinsam beschrieben. Bei weiteren Versuchen (Gruppe VI) wurden zwei durch Strychninjektion (i. p.) getötete Meerschweinchen etwa 1 Std stärkster Flammeneinwirkung ausgesetzt. Es wurde nur mit Benzin getränkte Holzwolle benutzt. Die Tierkadaver waren mit Benzin übergossen. Auch hier waren zuvor die Haare weitgehend vom Körper entfernt worden. Am Ende des Versuchs konnte eine Skeletierung der

Tierkadaver festgestellt werden. Es war nur noch ein Brandtorso erhalten. Brust- und Bauchraum waren völlig eröffnet, sämtliche Organe mehr oder weniger stark verkohlt. Die Lungen waren an der Außenfläche teils verkohlt, teils wie mit einer Lackschicht überzogen. Es fand sich eine gewisse Lungenblähung (wahrscheinlich durch Strychnin bedingt). Das tatsächliche Lungengewicht lag im Bereich der zu erwartenden Normgewichte. Im Verlauf der zuvor beschriebenen Tierversuche waren weiterhin ein etwa 200 g großes Stück Lunge eines menschlichen Organismus sowie eine unter den Bedingungen der Vorversuche gewonnene Meerschweinchenlunge an einem Draht hängend den Flammen so lange ausgesetzt worden, bis im ersteren Fall eine völlige Verkohlung der Außenfläche eingetreten war. Die Tierlunge wurde so lange in den Flammen belassen, bis sie etwa nur noch ein Drittel der ursprünglichen Größe besaß und wie ein verkohlter Klumpen ohne äußerlich erkennbare Organstruktur wirkte. Vor der Brandeinwirkung waren jeweils für histologische Kontrolluntersuchungen entsprechende Stücke abgeschnitten worden.

Histochemische Untersuchungen

Zur Untersuchung gelangten wie in den Vorversuchen jeweils hilusferne Lungenpartien der verbrannten Tiere. Die sonstigen Bedingungen waren die gleichen wie zuvor bei den Kontrolluntersuchungen beschrieben. Im Verhalten der fettanfärbbaren Verbindungen im Lungengewebe war bei den Gruppen I und II gegenüber den Kontrollen keine Änderung zu beobachten. Bei Gruppe III und den nachfolgenden fiel auf, daß der Inhalt einzelner größerer und kleinerer Gefäße mit Sudan III teils eine rosa, teils eine bis zum rotbraunen hin reichende Färbung angenommen hatte, wobei jedoch nie eine homogene Masse die Gefäße ausfüllte. Eine deutliche Körnelung war erhalten geblieben. Auch nach den mit Sudan-Schwarz B und Nilblausulfat angefertigten Vergleichspräparaten ließen sich die gleichen Auffälligkeiten entsprechender Färbung feststellen und die Veränderungen waren eindeutig als durch fettanfärbbare Verbindungen entstanden, anzusprechen. Mit Nilblausulfat zeigte sich vorwiegend eine hellblaue Tönung, die manchmal einen leicht violetten Schimmer besaß. Die Farbveränderung betraf überwiegend die randständigen Partien des Gefäßinhaltes, vereinzelt auch den zentral gelegenen (vgl. Abb. 3). Die betreffenden Gefäße waren stets am Rand der Präparate gelegen, und zwar dort, wo die größte Hitze einwirkung stattgefunden hatte.

Bei einem der Tiere der Gruppe V fand sich in einem randständigen Bereich (der Flammeneinwirkung zugewandt) eines der Präparate ein Bezirk, der die gleichen zuvor beschriebenen Veränderungen auch in einzelnen Capillaren aufwies. Eine Körnelung des Capillarinhaltes war erhalten geblieben. Bei einem der Tiere der Gruppe VI (tot verbrannt) war in einem ebenfalls randständigen und der größten Flammeneinwirkung zugewandten Bezirk in einem sowohl mit Sudan III als auch Sudan-Schwarz B gefärbten Präparat unmittelbar unter der verkohlten Lungenoberfläche liegend ein kleiner verzweigter Capillarbereich zu

sehen, der vorwiegend mit homogenen Massen ausgefüllt war, die eindeutig als fettanfärbbare Verbindungen angesprochen werden konnten (vgl. Abb. 4).

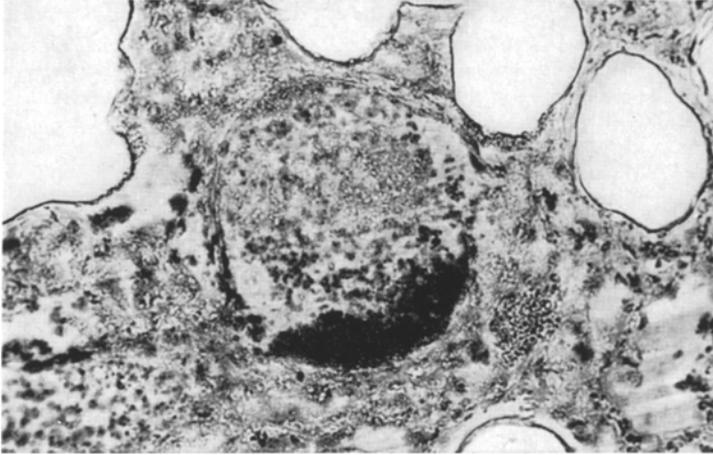


Abb. 3. Fettanfärbbare Verbindungen in einem Gefäß (Sudan III, 40fach)

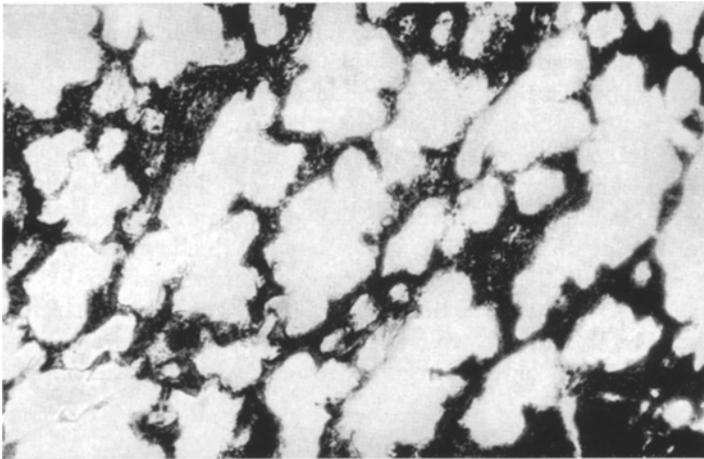


Abb. 4. Intensiv mit Sudan III und Sudan-Schwarz B anfärbbarer Bezirk, in dem sich der Capillarinhalt teils auch homogen darstellt (Sudan-Schwarz B, 10fach)

Auffallend war aber stets, daß auch das umgebende Gewebe immer die gleichen Veränderungen mit aufwies, d. h., daß hier die Anreicherung von fettanfärbbaren Verbindungen diffus zu beobachten war und sich somit nicht allein auf die Gefäße beschränkte.

In sämtlichen Präparaten der Gruppe VI waren die Capillaren unmittelbar unter der verkohlten Lungenoberfläche mit gelblich-rötlich gekörnten Massen ausgefüllt (Sudan III) entsprechend den Befunden bei einer pathologischen Lipämie. Teils war auch ein homogener Inhalt feststellbar. Auch nach Sudan-Schwarz B fand sich die gleiche Anreicherung von fettanfärbbaren Verbindungen in diesen Bezirken. Mit Nilblausulfat war lediglich ein Gelb-Grüneffekt zu erreichen. Niemals fand

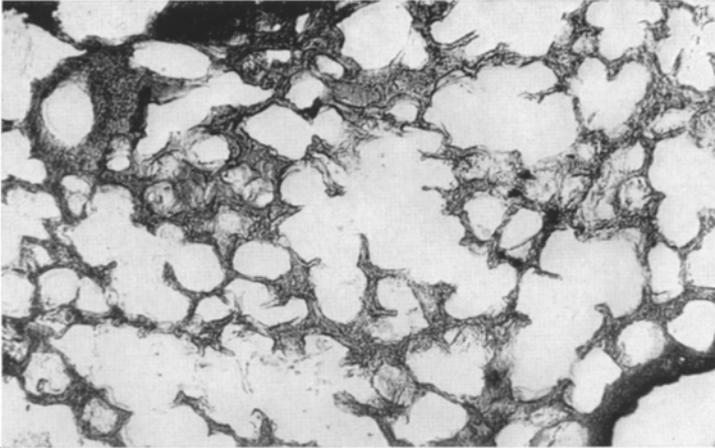


Abb. 5. Veränderungen ähnlicher Art wie in Abb. 4. Stets weist auch das die Gefäße bzw. Capillaren umgebende Gewebe die Vermehrung der fettanfärbbaren Verbindungen auf (Sudan III, 10fach)

sich die gleiche Veränderung in einem zentral gelegeneren Bereich. Vergleiche zu den vorstehend genannten Befunden die Abb. 5 und 6.

Der zuletzt beschriebene Befund war in noch ausgeprägterer Form an den isoliert verbrannten Lungen zu erheben, wohingegen die Kontrollschnitte (ohne Brandeinwirkung) in keinem Fall ein derartiges Bild boten. Es war eine regelrechte Schichtung der Farbtintensität sowohl bei den Sudan III als auch den Sudan-Schwarz B gefärbten Präparaten erkennbar. Mit Nilblausulfat konnte auch hier nur ein Gelbgrünfarbton erzielt werden. Die stärkste Anfärbung von fettanfärbbaren Verbindungen ergab sich unmittelbar unter der verkohlten und damit der massivsten Flammeneinwirkung ausgesetzten Lungenoberfläche. Neben den Gefäßen und Capillaren wies auch das umgebende Lungengewebe in den betreffenden Abschnitten eine zum Teil ganz erhebliche Vermehrung von fettanfärbbaren Verbindungen auf. Je entfernter die Partien an den vorgenannten Bereichen lagen, destomehr näherte sich das Bild der Norm, um im zentralen Bereich hinsichtlich der Fettanfärbung völlig unauffällig zu sein (vgl. hierzu Abb. 7).

In einem der verkohlten Oberfläche unmittelbar folgenden Gewebsbezirk der isoliert verbrannten Menschenlunge (plötzlicher Herztod nach Herzinfarkt) war ebenfalls — allerdings nur in einem Präparat — ein

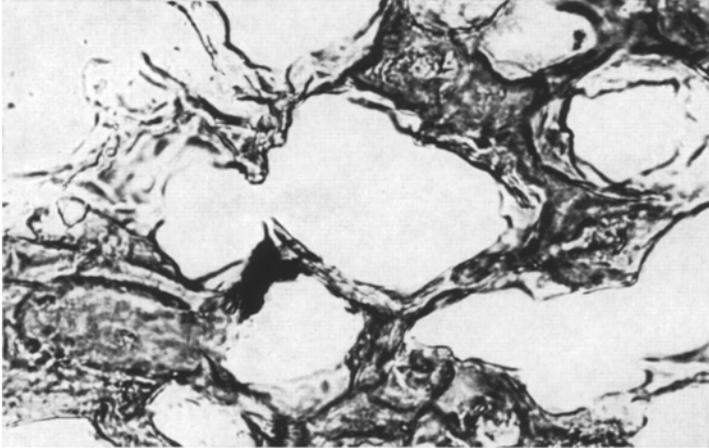


Abb. 6. Entspricht einem Abschnitt der Abb. 5 (Sudan III, 40fach)

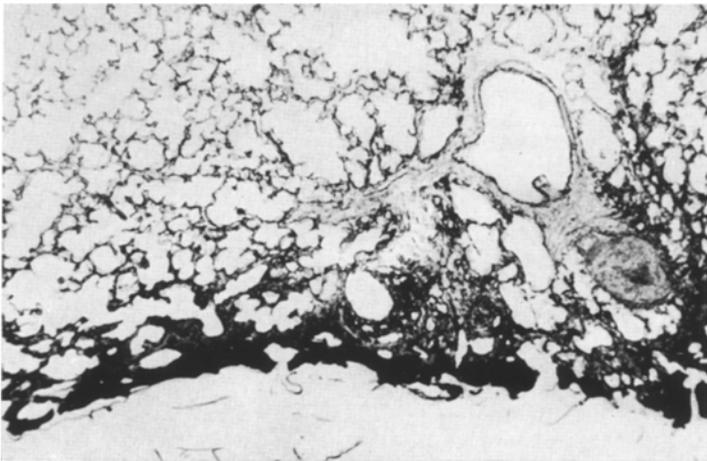


Abb. 7. Abnahme der Intensität und des Umfanges der fettanfärbbaren Verbindungen entsprechend der Entfernung vom Ort der stärksten Brandeinwirkung (Sudan III, Lupe)

Befund zu erheben, der dem Bild einer capillären Fettembolie gleichzusetzen war. In allen anderen Präparaten konnte lediglich ein Befund erhoben werden, der dem einer pathologischen Lipämie entsprach. Die Kontrollpräparate ohne Brandeinwirkung wiesen hinsichtlich Verteilung und Intensität der fettanfärbbaren Verbindungen nur der Norm ent-

sprechende Befunde auf. Niemals fand sich auch nur ein der Lipämie ähnliches Bild¹.

*Papierchromatographische Untersuchungen*¹. Die Lungen aller verbrannten Tiere wurden in der gleichen Weise untersucht, wie es bei den Kontrollen beschrieben wurde. Eine Veränderung der qualitativen Zusammensetzung gegenüber den Kontrollen wurde nicht festgestellt.

Bei den quantitativen Untersuchungen wurde in Anbetracht der beobachteten zum Teil außerordentlich starken Lungenblähung mit erheblicher Volumen- und Gewichtszunahme auf die zu errechnenden Normgewichte Bezug genommen. Der Anteil der verseifbaren Gesamtfette lag danach pro Lunge zwischen 0,74—2,58%, im Mittel bei 1,4%.

Im Vergleich zu den Kontrollen ergab sich, daß die papierchromatographisch untersuchten nicht verseiften Extrakte und der Chloroformauszug Befunde aufwiesen, die keine visuell erfaßbare Veränderungen außerhalb der ohnehin zu beobachtenden Schwankungsbreite hinsichtlich Länge und Farbintensität des Schweißes bzw. der im UV-Licht sichtbaren nach Rhodaminfärbung fluoreszierenden Flecke erkennen ließen.

Diskussion

Überblickt man zunächst einmal die feingeweblichen Untersuchungsbefunde, die mit der hier gewählten Versuchsanordnung bei der speziellen Überprüfung auf fettanfärbbare Verbindungen der Lunge erhoben werden konnten, so fällt im wesentlichen eine ausgesprochene Gleichförmigkeit auf. In den Fällen, in denen die Brandeinwirkung nur zu einer Verkohlung der Körperoberfläche geführt hatte, war im Verhalten der fettanfärbbaren Verbindungen im Lungengewebe, insbesondere in den Gefäßen gegenüber den Kontrollen praktisch keine Änderung zu beobachten. Erst nach noch intensiverer Flammeneinwirkung auf den tierischen Organismus und dadurch bedingter Eröffnung vor allem der Brusthöhle sowie einer teilweise festzustellenden Verkohlung der Lungenoberfläche gelangten fettanfärbbare Verbindungen in den Blutgefäßen zur Darstellung. Die Bilder, die gewonnen wurden, entsprachen denen bei einer mehr oder weniger stark ausgeprägten Lipämie. Diese Befunde konnten jedoch stets nur in unmittelbarer Nähe von den Organpartien erhoben werden, die der stärksten Hitze- bzw. Flammeneinwirkung ausgesetzt worden waren. In keinem einzigen Fall bot sich auch nur ein annähernd ähnlicher Befund in den zentral gelegeneren und von der Flammen- und Hitzewirkung entfernteren Bereichen der jeweiligen Präparate. Für die

¹ Den medizinisch-technischen Assistentinnen FrL. BECKER, LEICHTWEISS und THEIS sowie Herrn BRAHM-VOGELSANGER bin ich für Anfertigung der histologischen Präparate bzw. für die Hilfe bei Durchführung der chemischen Untersuchungen zu Dank verpflichtet.

Ausbildung der lipämieähnlichen Veränderungen war es gleichgültig, ob der gesamte Tierorganismus im lebenden oder toten Zustand in die Flammen eingebracht wurde, oder ob es sich nur um die isolierte Verbrennung von Lungen bzw. Lungenteilen handelte. Allerdings war unverkennbar, daß Ausmaß und Farbintensität der in den kleineren und größeren Gefäßen sowie in den Capillaren sichtbar gewordenen fettanfärbbaren Verbindungen bei der isolierten Verbrennung von Organen gegenüber der des gesamten Tierkörpers größer war.

Nur ganz vereinzelt kam — aber auch nur ausschließlich in den vor genannten Bezirken — einmal ein Bild zur Beobachtung, das mit einer echten Fettembolie zu vergleichen war, wobei der Inhalt der kleinen Gefäße bzw. Capillaren aus einer homogenen fettanfärbbaren Verbindung bestand. Dies war sowohl in den mit Sudan III als auch in den mit Sudan-Schwarz B gefärbten Präparaten zu erkennen. In den entsprechend veränderten Gewebsabschnitten war jedoch häufig auch außerhalb der Gefäße bzw. Capillaren eine eindeutige Vermehrung von fettanfärbbaren Verbindungen zu beobachten. Mit Nilblausulfat ließ sich in diesen Bereichen, die unmittelbar unter der der Brandeinwirkung zugewandten Oberfläche gelegen waren, vielfach nur ein gelbgrüner Farbeffekt erzielen. Erst in Partien, die tiefer, von der Brandoberfläche entfernter gelagert waren, kam es zu einer blau- bzw. leicht violett getönten Verfärbung des Gefäß- bzw. Capillarinhalts, ohne daß dieser jedoch ausgesprochen homogenen Charakter angenommen hätte.

Präparate, die die vorstehend beschriebenen Veränderungen aufwiesen, zeigten bei Lupenübersicht vor allem eine ausgesprochene Schichtung der Farbtonung. Der verkohlten Oberfläche folgt die Schicht, die die stärkste Lipämie bzw. die sogar einer Fettembolie gleichzusetzende Veränderungen aufwies. Dann folgt ein Gewebsabschnitt mit geringer ausgeprägter Veränderung, bis schließlich im Zentrum keine von den Kontrollpräparaten mehr abweichende Befunde zu erheben sind (vgl. Abb. 7). Nachdem sowohl mit Sudan III, Sudan-Schwarz B als auch mit Nilblausulfat — mit gewissen Einschränkungen — eine entsprechende Vermehrung der fettanfärbbaren Verbindungen in den beschriebenen Bezirken festzustellen war, kann es keinem Zweifel unterliegen, daß es sich hierbei um Fettverbindungen handelte. Bezugnehmend auf die Erfahrungen von B. ROMÉIS wurde auf weitere Versuche zur Differenzierung dieser Verbindungen mittels histochemischer Methoden Abstand genommen.

Die Tatsache, daß die beschriebenen Veränderungen regional eng umgrenzt und am ausgeprägtesten sogar in den isoliert verbrannten Lungen zu finden sind und daß für ihre Entstehung offenbar einzig und allein die Intensität der Brandeinwirkung entscheidend ist, rechtfertigt die Feststellung, daß es sich aller Wahrscheinlichkeit nach nicht um

durch den Kreislauf herantransportierte fettanfärbbare Verbindungen handelt, sondern um solche, die am Ort des späteren Sichtbarwerdens auch vor der Brandeinwirkung bereits vorhanden — wenn auch nicht ohne weiteres erfaßbar — waren. In diesem Zusammenhang darf darauf hingewiesen werden, daß ein erheblicher Teil der in den Zellen eingelagerten Lipide mit den gewöhnlichen Mitteln der mikroskopischen Untersuchung (u. a. Färbung mit Sudan III) nicht dargestellt werden kann (vgl. A. DIETRICH, H. HAMPERL).

Erst bei entsprechender Änderung der physikalischen Eigenschaften der Zelloberflächen und einer durch besondere Umstände bewirkten Lösung der Bindung zwischen Lipiden- und Eiweißkörpern im Zellgefüge kann es zu einem Sichtbarwerden der betreffenden fettanfärbbaren Verbindungen kommen, wie dies u. a. bei der Autolyse bekannt ist. Es ist deshalb sehr wohl vorstellbar, daß stärkste Flammen- und Hitzeeinwirkung ähnliche Veränderungen im Sinne einer sog. Fettphanerose bewirken können und dann Bilder entstehen, wie sie zuvor beschrieben wurden. Offenbar ist dies aber nur im recht begrenzten Umfang und auch nur dort möglich, wo der Ort der stärksten Hitze- bzw. Flammeneinwirkung war, so daß den vorliegenden Erfahrungen folgend in dieser Hinsicht von einer außerordentlich großen Widerstandsfähigkeit des Lungengewebes gegenüber thermischen Einflüssen gesprochen werden kann.

Das Ergebnis der papierchromatographischen Untersuchungen spricht weiter dafür, daß es sich um einen örtlichen Umwandlungsprozeß bei dem vermehrt in Erscheinung tretenden fettanfärbbaren Verbindungen handelt, nachdem keine nennenswerten und außerhalb der Schwankungsbreite liegenden Veränderungen hinsichtlich der Qualität und Quantität des aus dem Lungengewebe auf papierchromatographischem Wege darstellbaren Gesamtfettes erkennbar geworden sind.

Die teils in der Literatur niedergelegten Erfahrungen hinsichtlich einer regional nicht begrenzten und stark ausgeprägten echten capillären Fettembolie in den Lungen allein als Brandfolge konnten wir mit dieser Versuchsanordnung nicht bestätigen. Es muß jedoch dahingestellt bleiben, inwieweit diese Tierversuche uneingeschränkt auf die Verhältnisse des menschlichen Organismus übertragen werden können und inwieweit nicht vor allem einer noch längeren Überlebenszeit nach der Brandeinwirkung die entscheidende Rolle für das evtl. Zustandekommen einer ausgeprägten Fettembolie zugemessen werden muß, wenn man sich insbesondere die Ergebnisse der Untersuchungen von J. OLBRYCHT gegenwärtigt.

Sofern bei der Untersuchung von Brandleichen und den evtl. hierbei erhobenen Befunden einer Fettembolie die Frage nach einer zu Lebzeiten stattgehabten Gewalteinwirkung aufgeworfen wird, ist nach den

hier niedergelegten Erfahrungen mehr denn je zu fordern, daß sich der Gerichtsarzt bereits am Tatort ein Gesamtbild über das Ausmaß der Brandeinwirkung auf den betreffenden Organismus und insbesondere auf die Lungen verschaffen kann.

Bei der isolierten mikroskopischen Untersuchung der Lungen ohne Kenntnis vor allem der am Tatort an der Leiche zu erhebenden Befunde dürfte es bei genügend starker Verbrennung der Organe und Befunden, wie sie hier erhoben wurden, gelegentlich außerordentlich schwer sein, festzustellen, ob es sich um ein vitales und damit evtl. traumatisches Ereignis oder lediglich um einen postmortalen infolge der Hitze- und Flammeneinwirkung zustande gekommenen Effekt handelt, der dem Bild einer Fettembolie entspricht. Erst der Gesamtüberblick wird es gegebenenfalls gestatten festzustellen, ob genügend Anhaltspunkte dafür vorhanden sind, daß die erhobenen Befunde einer wenn auch eng abgegrenzten Fettembolie mit einer für die Beurteilung zu fordernden Sicherheit allein auf die Brandeinwirkung bezogen werden können, oder ob nach Ausmaß und Verteilung der beobachteten Fettembolie in den Lungen ein vitales und damit evtl. traumatisches Ereignis ursächlich hierfür anzusehen ist. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung rechtfertigen zumindest dann eine außerordentliche Zurückhaltung in der Beantwortung dieser Frage, wenn die Gesamtsituation nicht genügend sicher zu überblicken ist und die feingeweblichen Befunde allein zur Beurteilung vorliegen würden.

Zusammenfassung

In einer Übersicht der einschlägigen Literatur wird auf die Problematik hinsichtlich der Entstehung einer Fettembolie allein als Brandfolge hingewiesen.

Zu eigenen Versuchen wurden Meerschweinchen verwandt, die Verbrennung erfolgte teils in tiefster Evipan-Na-Narkose, teils mit den zuvor getöteten Tieren. In weiteren Versuchen gelangten isolierte Teile einer Menschenlunge bzw. von Meerschweinchen zur Verbrennung. Abhängig vom Grad der Verbrennung und zunehmend mit demselben wurde bei histochemischen Untersuchungen (Sudan III, Sudan-Schwarz B, Nilblausulfat) teilweise eine Vermehrung der fettanfärbbaren Verbindungen im Lungengewebe und im dort befindlichen Gefäßsystem (teils auch in den Capillaren) beobachtet. Stets waren diese Veränderungen eng begrenzt nur dort anzutreffen, wo lokal die größte Hitze- bzw. Flammeneinwirkung stattgefunden hatte. Waren die fettanfärbbaren Verbindungen im Gefäß bzw. in den Capillaren gelegen, so entsprach das Bild meist dem bei einer Lipämie, nur ganz vereinzelt waren Veränderungen zu beobachten, die denen einer Fettembolie entsprachen. Niemals fand sich ein derartiges Bild in einem Gewebsbereich, der durch die Brand-

einwirkung nicht unmittelbar bzw. besonders stark betroffen worden war. Gleiche Auffälligkeiten boten die isoliert verbrannten Lungen.

Das Bild einer diffus ausgeprägten echten capillären Fettembolie konnte in dieser Versuchsanordnung nie gewonnen werden.

Die Lungen von 10 Kontrolltieren wurden u. a. auf den Gehalt des verseifbaren Gesamtfettes papierchromatographisch untersucht. Dieser schwankte zwischen 0,8—2,1%, im Mittel lag er bei 1,2%. Hiervon Stearinsäureanteil 20—25%, Palmitin- und Ölsäure 45—50%, Linol- und Linolensäure 25—30%. Bei den verbrannten Tieren ergab sich qualitativ das gleiche Verhältnis. Der verseifbare Gesamtfettgehalt lag zwischen 0,74—2,58%, im Mittel bei 1,4%.

Das Gesamtergebnis berechtigt zu der Feststellung, daß das teilweise vermehrte Hervortreten von fettanfärbbaren Verbindungen nach Brandeinwirkung auf einem örtlich bedingten Prozeß (Fettphanerose) zurückgeht.

Die Folgerungen, die für die gerichtsärztliche Praxis gezogen werden können, werden aufgezeigt.

Literatur

- ALEXANDER-KATZ, R.: Über Fettembolie in den Lungen. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **4**, 466 (1924). — BEOTHY, K.: La quantité approximative de graisse en cas d'embolie graisseuse pulmonaire mortelle. Ann. Méd. lég. **10**, 655 (1930). — BOHNE: Über Leichenerscheinungen. Vjschr. gerichtl. Med., III. F., Suppl.-H., **47**, 13 (1914). — BURGER: Die Fettembolie und ihre Bedeutung als Todes- und Krankheitsursache. Vjschr. gerichtl. Med., III. F., Suppl.-H., **39**, 159 (1910). — CARRARA, M.: Contributo statistico della embolia adiposa polomonare nei snoi rapporti con la medicina legale. G. med. leg. **1978**. Ref. in Vjschr. gerichtl. Med., III. F. **15**, 418 (1898). — COURTEN: Vgl. bei H. HOFFHEINZ (l. c.). — DIETRICH, A.: Allgemeine Pathologie und pathologische Anatomie, Bd. I, S. 92ff. Stuttgart 1948. — DOTZAUER, G., u. H. JACOB: Über Hirnschäden unter akutem Verbrennungstod. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **41**, 129 (1952). — GOLDBACH, H. J.: Gibt es vitale Reaktionen der Lunge nach Heißluftinatmung? Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **45**, 394 (1956). — GRÖNDAHL, N. B.: Untersuchungen über Fettembolie. Dtsch. Z. Chir. **111**, 56 (1911). — HAMPERL, H.: Lehrbuch der allgemeinen Pathologie und der pathologischen Anatomie, S. 119ff. Berlin-Göttingen-Heidelberg 1954. — HARBITZ, F.: Eigentümliche Funde bei Verbrennungen. Vjschr. gerichtl. Med., III. F., 1. Suppl.-H., **45**, 34 (1913). — HOFFHEINZ, S.: Die Luft- und Fettembolie. In: Neue Deutsche Chirurgie hrsg. v. E. LEXER, Stuttgart, Bd. 55. 1933. (Die Monographie stützt sich auf insgesamt 450 Veröffentlichungen allein auf dem Gebiet der Fettembolie.) — KAUFMANN, H. P., u. W. H. NITSCH: Die Papierchromatographie auf dem Fettgebiet. XVI. Weitere Versuche zur Trennung von Fettsäuren. Fette u. Seifen **56**, 154 (1954). — KAUFMANN, H. P., u. G. SCHMIDT: Die Papierchromatographie der Blutlipide und -Lipoproteine und ihre diagnostische Bedeutung. Fette u. Seifen **57**, 666 (1957). — KILLIAN, H.: Die traumatische Fettembolie. Dtsch. Z. Chir. **231**, 97 (1931). — KOCKEL, R.: Eine neue Methode des Versicherungsbetruges: Der Fall Tetzner. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **21**, 112 (1933). — LANDOIS, F.: Die Fettembolie. Ergebn. Chir. Orthop. **16**, 99 (1923). — LEHMANN, E. P., and R. M. MOORE: Fat embolism, including experimental production without trauma. Arch. Surg. (Chicago) **14**, 621 (1927). Ref. in Dtsch. Z. ges.

gerichtl. Med. 11, R 11 (1927). — MAGENDIE, F.: Note sur l'introduction des liquides visqueux dans les organes de la circulation. *J. Physiol. exp.* **1**, 37 (1821). Zit. nach S. HOFFHEINZ (l. c.). — MERKEL, H.: Diagnostische Feststellungsmöglichkeiten bei verbrannten und verkohlten menschlichen Leichen. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **18**, 232 (1932). — MICHALEC C: Two-dimensional paper chromatography of higher fatty acids. *Biochim. biophys. Acta* **28**, 212 (1958). — MÜLLER-HESS, V., u. OHLSEN: Über die Fett- und Luftembolie. *Jkurse ärztl. Fortbildg* **20**, 11 (1929). — NEUREITER, F., u. G. STRASSMANN: Über die postmortale Fettembolie der Lungen. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **1**, 204 (1922). — NIPPE, M.: Zur Frage der Fettwanderung nach dem Tode. *Verh. I. Internat. Kongr. Ger. und Soz. Med.* 1938, S. 284. Ref. in *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **32**, R 59 (1939/40). — OLBRYCHT, J.: Experimentelle Beiträge zur Lehre von der Fettembolie der Lungen mit besonderer Berücksichtigung ihrer gerichtsärztlichen Bedeutung. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **1**, 642 (1922). — PACINOTTI: *Gazz. degliospedali* **1919**, Nr 82. Zit. nach ALEXANDER-KATZ, (l. c.). — ROMEIS, B.: *Mikroskopische Technik*. München 1948. — SCHMITT, K.: Mündliche Mitteilung. — SCRIBA: Untersuchungen über die Fettembolie. *Dtsch. Z. Chir.* **8**, 118 (1880). Zit. nach WINTRITZ, Über die gerichtsärztliche Beurteilung von Fettembolien. *Vjschr. gerichtl. Med.*, III. F. **11**, 47 (1896). — STRASSMANN, G.: Über Fettembolie nach Verletzungen durch stumpfe Gewalt und nach Verbrennung. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **22**, 272 (1933). — VIRCHOW, R.: *Ges. Abh. wiss. Med.* **1862**, 726. Zit. nach A. J. WATSON (l. c.). — WATSON, A. J.: Fat embolism: Report of a case with review of the literature. *Brit. J. Surg.* **24**, 676 (1937). — WESTENHOEFFER, M.: Über Fettverschleppung nach dem Tode. *Vjschr. gerichtl. Med.*, III. F., Suppl.-H., **27**, 184 (1904). — ZENKER: *Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie der Lunge*. Dresden 1862. — ZIEMKE: *Diskussionsbem. zu BÜRGER* (l. c.). — *Diskussionsbem. zu BOHNE* (l. c.). — ZILLNER, E.: *Zur Kenntnis des Leichenwachses*. *Vjschr. gerichtl. Med.*, N. F. **42**, 1 (1885). — ZINCK, K. H.: *Pathologische Anatomie der Verbrennung*. Jena 1940.

Dr. med. HANS-JOACHIM WAGNER, Mainz, Stadtkrankenhaus, Bau 18