

Aus dem Institut für gerichtliche Medizin der Universität Mainz
(Direktor: Prof. Dr. med. et phil. K. WAGNER)

Ist das Vorhandensein von Kohlepartikeln in den Luftwegen von Brandleichen als Zeichen der vitalen Reaktion zu werten?*

Von

F. PETERSOHN

Mit 6 Textabbildungen

Der Beweiswert des Vorhandenseins von Kohle- bzw. Rußpartikelchen in den Speise- und Luftwegen von Brandleichen hinsichtlich der Frage des Gelebthabens während des Brandes wird von den einzelnen Autoren recht unterschiedlich beurteilt. COESTER hat 1905 auf Grund seiner Versuchsordnung, bei der er Lungen einer Rauchentwicklung aussetzte bzw. bis zur Ankohlung verbrannte, die Auffassung vertreten, daß das Vorhandensein von Rußteilchen in den Luftwegen, abgesehen von besonderen Umständen, entscheidende Bedeutung im Sinne einer vitalen Reaktion zukomme. Auch HARBITZ, WEIMANN, FÖRSTER, SACHS, OHNESORGE, WALCHER, NIPPE und MAYER teilen diesen Standpunkt. Recht zurückhaltend in der Beurteilung des Rußbefundes sind RADTKE und MUELLER. Letzterer weist darauf hin, daß auch postmortal bei im Rauch liegenden Leichen Rußpartikelchen bis in die Trachea und vielleicht sogar bis in die Bronchialstämme eindringen können. MERKEL vertritt die Auffassung, daß das Fehlen von Ruß nicht gegen ein Gelebthaben während eines Brandes spreche. Dem Rußbefund könne man nur dann Bedeutung beimessen, wenn sich die Auf- und Einlagerungen in den tieferen Luftwegen befinden. Entscheidend sei aber für eine solche Deutung, daß die Halsweichteile unversehrt sind, weshalb der Grad der Verbrennung bei der Auswertung der Befunde stets mitberücksichtigt werden müsse.

Im Hinblick auf die forensische Bedeutung gerade jener Fälle, bei denen nur noch ein Brandtorso zur Verfügung steht, wurden Untersuchungen an totverbrannten Tieren und isoliert verbrannten Menschenlungen vorgenommen, um kritisch zu der Frage des Beweiswertes jener als Ruß ansprechbaren Partikel in den Lungen bei Brandleichen dieser Art Stellung nehmen zu können.

* Nach einem Vortrag, gehalten auf dem Kongreß für gerichtliche und soziale Medizin, Zürich 1958.

Versuchsordnung

Eine ältere und 3 noch junge Katzen wurden nach längerem Aufenthalt in ruß- bzw. rauchfreier Luft nach vorausgegangener kurzer Narkose durch intrakardiale Injektion einer 5%igen KCN-Lösung getötet, anschließend in halb liegender Stellung bis zur Teilverkohlung des Kopfes und der Halsweichteile verbrannt und ohne Ablöschung teils warm, teils nach Erkalten seziiert. Die Lungen waren ausnahmslos angekohlt und von braun-grauer bis braun-rötlicher Farbe. Nach vorsichtigem Entfernen der verkohlten Teile wurde bei jedem Tier eine Lunge vor der Fixierung in Formalin zur groben Orientierung flach durchschnitten. Die Schnittfläche bot das Bild einer fast bis zum Zentrum reichenden Verkochung. Die andere Lunge wurde ebenfalls nach Entfernen der verkohlten Teile in Formalin fixiert. Durch vorsichtiges Ausschälen mit jeweils frischen Instrumenten wurden Lungenstückchen aus den verschiedensten Lungenteilen ausgeschnitten und diese teils nach Stückfärbung in Hämatoxin, teils ungefärbt in Gelatine eingebettet, gefrier-geschnitten, auf besonders gereinigte Objektträger aufgezogen, eingedeckt und ohne weitere Behandlung mikroskopiert.

In der zweiten Versuchsreihe erfolgte die Verbrennung von 4 isolierten Menschenlungen in der gleichen Weise wie vorher bis zur Ankohlung der Oberfläche. Dabei standen die linke bzw. rechte Lunge frischer Leichen zur Verfügung, bei denen durch Untersuchung des anderen Lungenteiles mit Sicherheit eine Rußeinatmung ausgeschlossen werden konnte. Beim Einschneiden zeigte sich wie bei den Tierlungen eine Verkochung des Gewebes. Es wurden aus einem Streifen, welcher makroskopisch keine hochgradigen Veränderungen aufwies, Blöcke ausgeschnitten und aus diesen unter Verwendung frischer Instrumente durch Ausschälen Stücke gewonnen, welche in Formalin fixiert und später nach nochmaligem Beschneiden gleich den Stückchen der Tierlungen zur Mikroskopie vorbereitet wurden.

Besprechung der Befunde

Die Tier- und Menschenlungen boten übereinstimmend ein Bild, wie man es am ehesten mit dem der Ertrinkungslungen vergleichen könnte. Es bestand eine unterschiedliche Blähung des Lungengewebes und sowohl interstitiell als auch intraalveolär ein Ödem, in welchem Erythrocyten, häufig aber auch Zelltrümmer verschiedenster Art eingelagert waren. Neben den von FÖRSTER beschriebenen Strukturveränderungen fanden sich an den Bronchien und Bronchiolen membranähnliche Beläge aus Zelltrümmern und Schleim. Diesen aufgelagert, aber auch in deren Lichtung sowie in den Alveolargängen und Alveolen der verschiedensten Lungenregionen fanden sich bei allen Tieren schwarze amorph erscheinende bröcklige Partikel (Abb. 1).

An einzelnen Bronchien, deren Oberfläche gut erhalten war, lagen solche schwarze Bestandteile in Schleim eingebettet dem unversehrten Epithel direkt auf (Abb. 2). Außer diesen Einlagerungen konnten bei weit fortgeschrittener Verbrennung ebenso wie in den Bronchien in den Alveolen eigentümlich geformte schwarze Fremdkörper, vorwiegend im Ödem eingelagert, gefunden werden, die an Bruchstücke von Zellzusammenhängen oder Membranbildungen erinnern (Abb. 3), während bei ge-

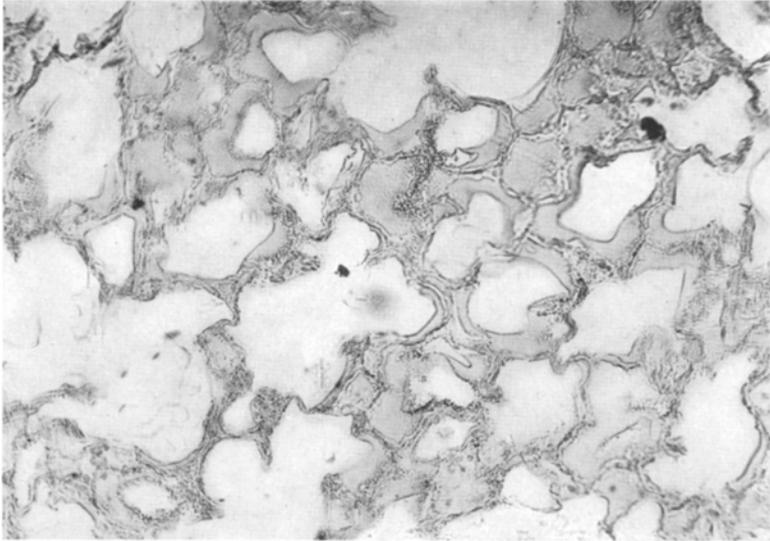


Abb. 1. Verbrennungsversuch: Katze. Vergrößerung: 80fach. Färbung: Hämatoxylin.
 $10 \times 8 = 80$

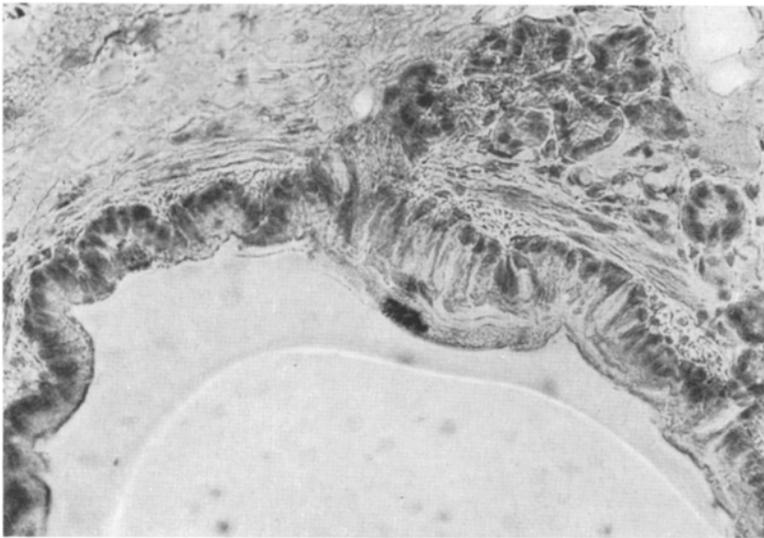


Abb. 2. Verbrennungsversuch: Katze. Vergrößerung: 320fach. Färbung: Hämatoxylin
 $40 \times 8 = 320$

ringerer Verbrennung ähnlich aussehende Gebilde mit noch erkennbarer Zellstruktur speziell in den sternförmigen Lumina der Bronchien nachweisbar waren.

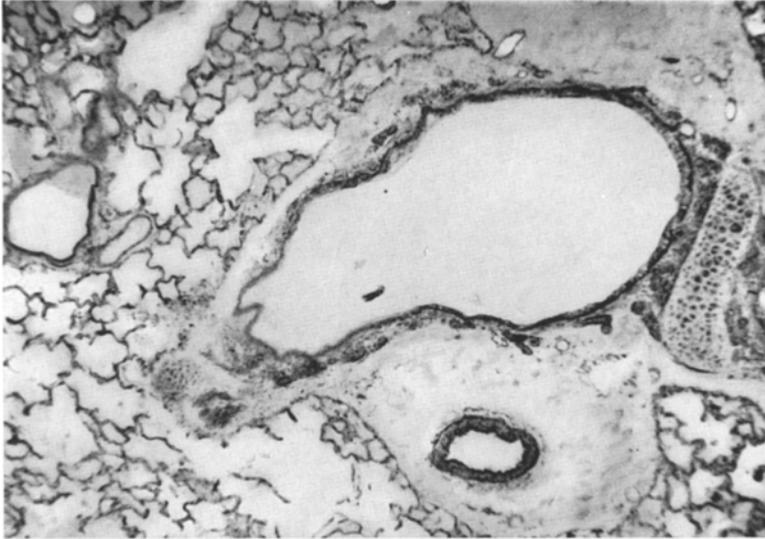


Abb. 3. Verbrennungsversuch: Katze. Vergrößerung: 20fach. Färbung: Hämatoxylin.
 $2,5 \times 8 = 40$



Abb. 4. Verbrennungsversuch: Mensch. Vergrößerung: 20fach. Färbung: Hämatoxylin.
 $2,5 \times 8 = 20$

Bei den Menschenlungen waren die membranartigen Auflagerungen der Bronchialwand besonders deutlich ausgeprägt, wobei an deren oberster Schicht eine regelrechte Verkohlung mit bröckligem Zerfall bzw. bruchstückartige Ablösungen beobachtet wurden (Abb. 4). In den

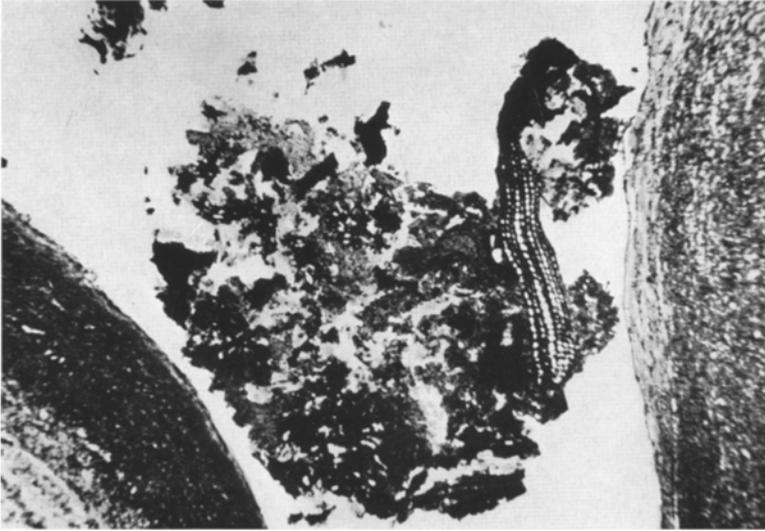


Abb. 5. Verbrennungsversuch: Mensch. Vergrößerung: 20fach. Färbung: Hämatoxylin.
 $2,5 \times 8 = 20$

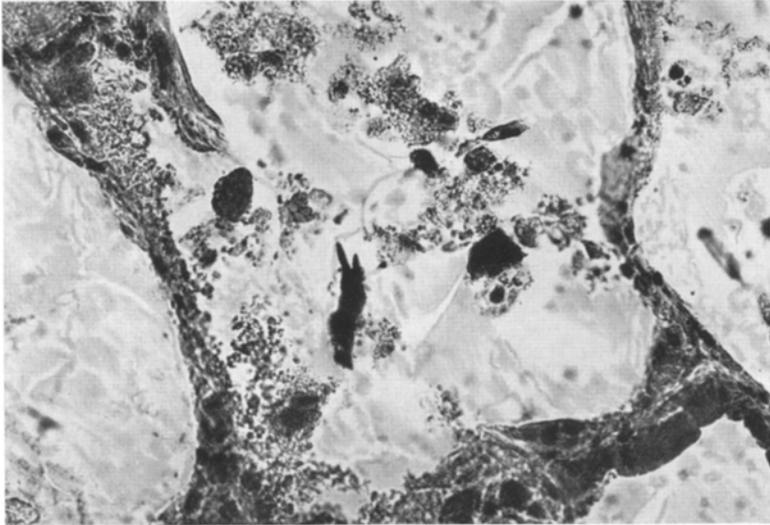


Abb. 6. Verbrennungsversuch: Mensch. Vergrößerung: 320fach. Färbung: Hämatoxylin.
 $40 \times 8 = 320$

tiefere Luftwegen ergaben sich die gleichen Befunde wie bei den Tierlungen, d. h., es fanden sich bis in die Alveolen krümlig-amorphe Bestandteile, die teilweise zwischen Zelltrümmern bzw. mit Erythrocyten vermischt an der Wand oder frei in der Lichtung lagen.

Als besonders auffällig ist in diesem Zusammenhang zu erwähnen, daß die bereits bei den Tierlungen beschriebenen Gebilde als schwarze Fremdkörper nicht nur in den Alveolen, sondern auch in den Gewebsspalten nachweisbar waren. In Hilusnähe lag an einer Stelle neben amorphen schwarzen Bestandteilen sogar ein zweifelsfrei als verkohlte Holzfaser zu identifizierender Fremdkörper in einer mittelgroßen Arterie. Auch in kleineren Gefäßen waren gelegentlich schwarze bröcklige Gebilde in dem Verband aufgelöster roter Blutzellen zu erkennen (Abb. 5).

In Übereinstimmung mit den Beobachtungen an den Tierlungen konnten in weniger verbrannten Lungenteilen neben schwarzen, amorphen Partikeln auch dunkelbraune bis schwarze, bei stärkerer Vergrößerung sich als Reste von Zellbestandteilen darstellende Gebilde in der Ödemflüssigkeit eingelagert gefunden werden (Abb. 6).

Diskussion

Die bei den Verbrennungsversuchen erhobenen Befunde lassen erkennen, daß, unabhängig von anderen Beobachtungen, die später näher erörtert werden sollen, in den Lungen totverbrannter Tiere und isoliert den Flammen ausgesetzten Menschenlungen nicht nur in den oberen Luftwegen, sondern auch in den Alveolargängen kleinste amorphe, bei starker Vergrößerung bröcklig erscheinende Partikel nachgewiesen werden konnten, die als Kohle- oder Rußteilchen imponieren könnten. Die bereits von RADTKE, MERKEL und MUELLER geforderte Zurückhaltung in der Beurteilung des Rußbefundes bezüglich der Frage des Gelebenshabens besonders bei erheblicher Brandzerstörung erscheint daher durchaus begründet. Selbst die Einschränkung des Beweiswertes des Vorhandenseins von „Ruß“ auf den Nachweis desselben in den tieferen Luftwegen bzw. Alveolen bedarf nach dem Ergebnis der Verbrennungsversuche insofern noch einer weiteren Abgrenzung, als die generelle Gültigkeit des Rußbefundes als vitale Reaktion bei weitgehender Brandzerstörung in Zweifel gezogen werden muß. Die Tatsache, daß die schwarzen Fremdkörper in der hier zugrunde liegenden Versuchsanordnung nicht nur in den Alveolarräumen, sondern auch in den Lymphspalten und gelegentlich sogar verkohlte Fremdkörper in den Blutgefäßen gefunden wurden, berechtigt zu der Frage, ob es sich überhaupt um Kohlepartikel aus der Rauchentwicklung des Brandes oder möglicherweise um Verbrennungsprodukte, wie sie bei der Verkohlung des Brandmaterials, der organischen Substanzen im Körper und der Zellen entstehen, handelt. Unabhängig aber hiervon bedarf es der Klärung, wie diese Substanzen in die feinen Verzweigungen der lufthaltigen Hohlräume der Lungen bzw. in die Gewebsspalten und die Gefäße gelangen.

Eine Unterscheidung zwischen eingeatmetem „Ruß“ und den hier zur Diskussion stehenden schwarzen Bestandteilen, die zunächst hypo-

thetisch als verkohlte Reste organischer Substanz aufgefaßt werden, dürfte chemisch und morphologisch nicht möglich sein, da es sich hier wie da um amorphen Kohlenstoff handelt. Auch hinsichtlich ihrer topographischen Beziehung finden sich keine sicheren Unterscheidungsmerkmale. Jene kleinsten Partikel fanden sich sowohl randständig in unmittelbarer Umgebung des unversehrten Endothels als auch an der Oberfläche einer Gewebsausschwitzung; sie lagen in der Umgebung von abgeschilferten Zellen, ebenso aber auch in Schleim eingebettet und wurden frei in der Lichtung liegend sowie innerhalb des Ödems angetroffen. Auffällig ist zwar, daß eine Phagocytose nicht beobachtet wurde, was aber für die hier anstehende Frage deswegen von keiner entscheidenden Bedeutung ist, da nach den Untersuchungen von MERKEL auch postmortem die noch eine Zeitlang den Tod des Organismus überlebenden epithelialen und leukocytären Zellen in der Lage sind, kleinste Fremdkörper aufzunehmen.

Wenn man somit auch offenbar nicht in der Lage ist, eingeatmeten Flugruß von postmortal in die Lunge gelangten Kohlepartikeln zu unterscheiden, erscheint es doch auf Grund verschiedener Beobachtungen bei Kenntnis der Versuchsbedingungen möglich, darzulegen, daß es sich hier höchstwahrscheinlich nicht um Flugruß, sondern um im Rahmen der Verbrennung zum Teil am Ort verkohlte sowie auch durch postmortale Vorgänge in die Lunge verschleppte verkohlte Bestandteile des Brandmaterials bzw. des Organismus handelt. Hierfür spricht einmal die Tatsache, daß in den Alveolen neben nicht vollständig verkohlten Zellen regelrechte Bruchstücke jener verkohlten Membranbildungen der Bronchien gefunden wurden, wie sie speziell bei den Menschenlungen beschrieben worden sind. Zum anderen kann als sicherer Beweis der postmortalen Verschleppung von verbranntem Material das Vorhandensein einer verkohlten Holzfaser in einem Gefäß angesehen werden. Bei weiterem Zerfall dieser Gebilde bzw. fortgeschrittener Verbrennung wäre es ohne weiteres denkbar, daß jene bröckligen Partikel entstehen, die, besonders wenn sie in einer Art gelagert sind, wie man es sonst bei Rußeinatmung findet, nicht von Flugruß unterschieden werden können. Was die Frage des Hineingelagens jener Fremdkörper in die Lungen betrifft, so sind ebenfalls die Beobachtungen, daß Bruchstücke jener Membranbildungen in den mittleren Luftröhrenästen sowie Zellelemente zum Teil mit den Zeichen einer weitgehenden Verkohlung in den Alveolargängen, den Gewebsspalten und nicht zuletzt auch in Gefäßen vorhanden waren, von entscheidender Bedeutung. Es kann im Rahmen dieser Erörterung durchaus offenbleiben, ob sich die an Ort und Stelle in den oberen Luftwegen vorhandenen Anhaftungen durch Verkohlung der Ausschwitzungen gebildet haben oder ob die Beläge durch das Herabrinnen von Ödemflüssigkeit, die mit verkohlten Substanzen untermischt war, entstanden

sind. Die Tatsache, daß Bruchstücke der Membranen in den Bronchiallichtungen lagen und solche auch innerhalb der Alveolargänge angetroffen werden konnten, sprechen dafür, daß sie nicht nur durch Verbrennungsvorgänge örtlich entstanden sind, sondern Teile davon auch durch Verschleppung in die tieferen Luftwege bzw. sogar in das Gewebe gelangen. Ein solcher Vorgang ist aber nur verständlich, wenn die Partikel mit der infolge der Hitzeeinwirkung entstandenen Ödemflüssigkeit transportiert werden. Dabei liegt dieser Erklärung die Auffassung zugrunde, daß durch die unterschiedlichen Temperaturen innerhalb des Organs, aber auch durch Druck der sich unter Wärmeeinwirkung ausdehnenden Luft und schließlich auch durch die Volumenveränderung des Lungengewebes bei der Brandeinwirkung und nach Erkalten, sich das Brandödem in Bewegung befindet und die darin schwebenden Fremdkörper in seiner Strömung mitführt. Ähnlich wie bei dem vitalen Ertrinkungsvorgang werden auf diese Weise je nach der Brandintensität zum mindesten die kleinsten Partikel bis in die feinen Verzweigungen des Hohlraumsystems verschleppt. Sie können in gleicher Weise über die durch die Alveolarzerreiung eröffneten Gewebsspalten auch in die Lymphräume eindringen und nicht zuletzt in die Blutgefäße gelangen.

Ein solcher Transport ist aber nicht nur auf dem Weg über die Bronchien von dem Lungenhilus, sondern auch von der zum Teil zerstörten Peripherie ausgehend denkbar. Durch den Zerfall der Kruste, begünstigt durch den Wasserentzug bei der Verbrennung und die Schrumpfung des Gewebes, können Teile der verkohlten Wand abbröckeln und über die Gewebsflüssigkeit weiter zum Zentrum des Organes gelangen. Das Vorhandensein von Kohlepartikelchen in den tiefen Luftwegen ließe sich nach den Ergebnissen der Verbrennungsversuche an toten Tieren und isolierten Lungen ohne weiteres im Rahmen der sich am Körper und den Organen abspielenden Verbrennungsvorgänge erklären. Voraussetzung aber für das Eindringen jener Verbrennungsprodukte in die tiefen Luftwege bzw. Lymphspalten und Blutgefäße ist eine weitgehende Zerstörung, zumindest eine solche der Halsorgane und des Kehlkopfes bzw. eine Ankohlung der Lungenoberfläche.

In solchen Fällen ist eine Entscheidung hinsichtlich der Frage des Gelebthabens in den Flammen auf Grund ähnlicher Befunde, wie sie durch die erörterte Versuchsanordnung gewonnen worden sind, praktisch nicht möglich. Selbst wenn man in einem zu begutachtenden Fall bei der Untersuchung der verkohlten Lunge neben amorphen schwarzen Partikeln in den Alveolen und Bronchien solche findet, die an verkohlte oder hitzeveränderte Gewebs-elemente erinnern, oder sogar Fremdkörper nachgewiesen werden können, ist die Annahme, daß es sich entsprechend den hier dargelegten Beobachtungen an totverbrannten Tieren bzw. teil-

verkohlten Menschenlungen um ausschließlich postmortale Verschleppungen handelt, nicht begründet.

Es besteht immerhin die Möglichkeit, daß zuvor doch eine vitale Rußeinatmung stattgefunden hatte und im Rahmen des fortschreitenden Verbrennungsprozesses jene Kunstprodukte durch spätere weitere Verkohlungen entstanden sind.

Es ergibt sich somit, daß die Frage des Gelebthabens bei Leichen mit weitgehender Verkohlung auf Grund eines „Rußbefundes“ allein nicht beantwortet werden kann, ja, daß man selbst bei dem Vorhandensein von Fremdkörpern, welche keine Verbrennungszeichen aufweisen, mit deren Deutung äußerst kritisch und zurückhaltend sein sollte. Die Diagnose „Rußeinatmung“ als vitale Reaktion ist somit nur bei geringen äußeren Verbrennungen möglich; jedoch erst unter Mitberücksichtigung aller anderen Befunde und der sich aus den Ermittlungen ergebenden Umstände ist es vertretbar, gerichtsärztlicherseits den Rußbefund unter anderen Feststellungen im Sinne des Gelebthabens zu bewerten.

Zusammenfassung

Auf Grund experimenteller Untersuchungen an totverbrannten Tieren und isoliert den Flammen ausgesetzten Menschenlungen konnten Kohle- oder Rußpartikelchen in den tieferen Luftwegen, in den Gewebsspalten und nicht zuletzt auch in den Gefäßen nachgewiesen werden, wobei es sich allerdings höchstwahrscheinlich nicht um Flugruß, sondern um Verbrennungsprodukte des Körpers bzw. um verkohltes Brandmaterial handelt.

Die Einschleppung in die tieferen Luftwege wird durch die Verbrennungsvorgänge in den Lungen, insbesondere die Bewegung der Ödemflüssigkeit erklärt. Für die forensische Beurteilung des Rußbefundes ergibt sich als Konsequenz:

1. Die allgemeine Formulierung, daß dem Nachweis schwarzer Partikel in den tieferen Luftwegen von Brandleichen als Beweiswert im Sinne des Gelebthabens während des Brandes zukommt, ist nicht haltbar.

2. Eine Unterscheidung zwischen Flugruß und Verbrennungsprodukten anderer Art als Fremdkörper in den Luftwegen ist nicht möglich.

3. Die Lage der Kohlefremdkörper ist, bezüglich der Frage, ob es sich um eine vitale Reaktion oder um ein postmortales Geschehen handelt, nicht von entscheidender Bedeutung.

4. Bei weitgehender Brandzerstörung einer Leiche kann aus dem Rußbefund in den Atemwegen die Frage, ob der Betreffende lebend oder tot verbrannte, nicht beantwortet werden.

5. Der Nachweis von Kohle- oder Rußpartikelchen in den Luftwegen von Brandleichen ist nicht allein entscheidend für die Beantwortung der

Frage des Gelebthabens während des Brandes, es müssen vielmehr die an der Leiche erhobenen Befunde in ihrer Gesamtheit in Verbindung mit den sich ergebenden Umständen in der Begutachtung berücksichtigt werden.

Literatur

COESTER: Ein sicheres Zeichen davon, daß ein Mensch lebend im Feuer bzw. Rauch umgekommen ist. *Vjschr. gerichtl. Med.* **29**, 28—31 (1905). — FÖRSTER, A.: Über Veränderungen der Luftröhrenschleimhaut bei Verbrannten. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **19**, 293—301 (1932). — Experimentelle Untersuchungen über Veränderungen an den Atmungsorganen bei plötzlicher Einwirkung hoher Temperaturen. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **20**, 445—460 (1933). — Vitale Reaktion und die elastischen Längsfasern des Bronchus. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **21**, 158—163 (1933). — Mikroskopische Untersuchungen über das Verhalten der Alveolen bei Verbrannten. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **23**, 281—288 (1934). — Tod durch Gesundheitsbeschädigung durch Verbrennung und Verbrühung. Im Handwörterbuch der gerichtlichen Medizin und naturwissenschaftlichen Kriminalistik, S. 834—836. Herausgeg. von F. v. NEUREITER, F. PIETRUSKY, E. SCHÜTT. Berlin 1940. — GOLDBACH, H. J.: Gibt es vitale Reaktionen der Lunge nach Heißluftinatmung? *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **45**, 394—400 (1956). — GRÄFF, S.: Tod im Luftangriff. Hamburg 1955. — HARBITZ, FR.: Eigentümliche Funde bei Verbrennungen. *Vjschr. gerichtl. Med.* **45**, 34—51 (1913). — MERKEL, H.: Diagnostische Feststellmöglichkeiten bei verbrannten und verkohlten menschlichen Leichen. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **18**, 232—249 (1932). — MUELLER, B.: Gerichtliche Medizin (Verbrennung und Verbrühung), S. 478—493. Heidelberg 1953. — NIPPE, M., u. R. M. MAYER: Bemerkenswerte Brandfälle. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **21**, 120—131 (1933). — OHNESORGE: Intravitale oder postmortale Verbrennung? *Öff. Gesundh.-Dienst* **2**, 745—752 (1937). — RADTKE, W.: Zur Verbrennung Neugeborener. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **20**, 267 (1933). — SACHS, H. W.: Tod durch Verbrühung und Verbrennung. Im Lehrbuch der gerichtlichen Medizin von A. PONSOLD, S. 445—454. Stuttgart 1957. — VOGT, W.: Über histologische Befunde beim Verbrennungstod. *Virchows Arch. path. Anat.* **273**, 140—162 (1929). — WALCHER, K.: Über vitale Reaktionen. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **15**, 16—57 (1930). — Leichenverbrennung. Im Handwörterbuch der gerichtlichen Medizin und naturwissenschaftlichen Kriminalistik, herausgeg. von F. v. NEUREITER, F. PIETRUSKY, E. SCHÜTT, S. 445—446. Berlin 1940. — WEINMANN, W.: Histologische Befunde an den inneren Organen nach Einwirkung hoher Temperaturen. *Virchows Arch. path. Anat.* **264**, 1—10 (1927). — ZINK, K. H.: Pathologische Anatomie der Verbrennung. Veröffentlichungen aus der Konstitutionslehre und Wehrpathologie. Jena 1940.

Dr. med. F. PETERSOHN, Mainz, Langenbeckstr. 1,
Institut für gerichtliche Medizin