

(Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin der Universität Münster i. W.
Leiter: Prof. Dr. H. Többen.)

Mikroskopische Untersuchungen über das Verhalten der Alveolen bei Verbrannten.

Von

Priv.-Doz. Dr. A. Foerster.

Mit 4 Textabbildungen.

Das Lungenparenchym spielt in seiner Gesamtheit in der gerichtlichen Medizin eine große Rolle, weil es den exogen, aerogen hineingelagerten Schädlichkeiten in hohem Maße ausgesetzt ist. Der Gerichtsmediziner muß nach diesen und nach ihren Folgen suchen. Insbesondere ist hierbei auch auf das Fasersystem zu achten, welches das feste Gerüst der Lungen mit ihren Alveolen bildet und die Erweiterung und Zusammenziehung ermöglicht. Die groben elastischen Fasern nehmen ihren Ausgang von den Wandungen der Bronchien; hier haben sie die Form von Längsfasern. In einer meiner früheren Arbeiten habe ich auf diese elastischen Fasern hingewiesen. Hierbei konnte ich zeigen, daß dieses System der Längsfasern bei Einatmung hoher Hitze unter bestimmten Bedingungen Netzform annimmt. Wir haben in den Lungen dann noch ein anderes Fasersystem, das seinen Ursprung aus den elastischen Schichten der großen Gefäße hat und den Capillaren folgt. Diese feinen elastischen Fasern bilden ein Netzwerk, das gleichsam die Capillaren fixiert. Weiter spielt noch das reticuläre Fasersystem in der Histologie der Lungen eine Rolle.

In der vorliegenden Arbeit soll das Lungenparenchym auf die Schädigungen durch die Einatmung hoher Temperaturen untersucht werden. Hier spielt die Art der Hitzeeinwirkung eine Rolle, die zu Veränderungen führt. Die Hitze muß plötzlich und unter starkem Druck in die Lungen gelangen. Die Veränderungen wurden an Lungen Lebendverbrannter festgestellt, welche in einem engen Raum nach einer Explosion zu Tode kamen. Auf das Verhalten der Luftröhrenäste brauche ich hier nicht zu achten, weil dasselbe in einer früheren Arbeit mitgeteilt ist. Es werden also mikroskopische Untersuchungen

1. an Lungenalveolen zweier Lebendverbrannter gebracht. Zur Kontrolle werden
2. 8 Tierlungen untersucht, welche experimentell gewonnen wurden. Diese Befunde werden verglichen
3. mit einer Reihe von Erwachsenenlungen, welche nach dem Tode der Flamme ausgesetzt wurden und
4. mit 20 Neugeborenenlungen, welche entfaltet und nicht entfaltet waren und ebenfalls nach dem Tode der Hitze zugeführt wurden.

1. Befunde an den Lungenalveolen zweier Lebendverbrannter.

Die histologischen Untersuchungen der Lungenalveolen sollen hier etwas eingehender beschrieben werden.

Fall M. Rand rechts: Hierbei ist zu beachten, daß Teile des Lungenrandes auch der Flamme direkt ausgesetzt waren. Solche Stellen sind angekohlt oder sie fühlen sich fester an, ähnlich einer grauen Hepatisation der Lungen. Auch die Farbe ist fast gleich.

Das Parenchym ist mit roten Blutkörperchen reichlich durchsetzt. Das Lungengewebe ist vollkommen in Unordnung geraten. Überall liegen Reste elastischer Fasern lockenartig oder krümelig verteilt. Wir haben ein Bild vor uns,

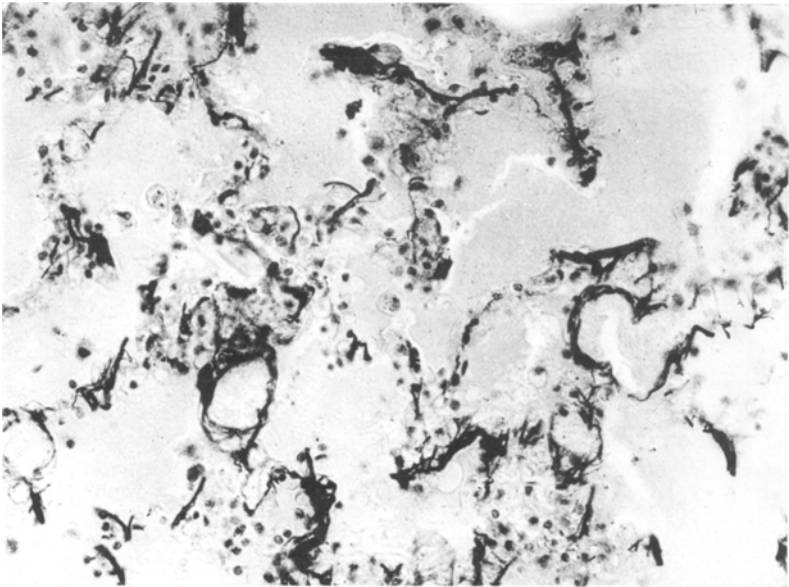


Abb. 1. Weite Hohlräume, der frühere Verlauf von Alveolen wird angedeutet (Elasticafärbung).
Lunge eines Lebendverbrannten.

das einer anektatischen Lunge gleicht. Außerdem finden wir an Stelle der Pleura bräunliche und schwärzliche Massen, also angebrannte und verkohlte Partikel. Aber auch andere Bilder zeigen sich dem Auge. Hier und dort sind weite Hohlräume angefüllt mit rötlichen Massen, welche mit Vakuolen durchsetzt sind. Die Alveolen werden hin und wieder angedeutet. Die elastischen Fasern sind nicht mehr gespannt und nur noch als Bruchstücke vorhanden. Ab und zu haben sie auch einen wellenförmigen Verlauf (Abb. 1).

Mitte rechts: Je mehr die Einwirkung der Hitze von außen nachläßt, desto mehr haben wir ein fast typisches Lungenbild. Allerdings sind auch hier Veränderungen recht deutlich sichtbar. Die Septen sind leicht verbreitert. Reste elastischer Fasern liegen am Rande der Alveolen, von denen manche geplatzt sind und einen großen Hohlraum bilden, zapfenförmig ragen sodann Bruchstücke elastischer Fasern in das Lumen und zeigen den früheren Verlauf der Alveolen (Abb. 2). Das Parenchym ist mit Blutkörperchen reichlich durchsetzt, und vereinzelt sieht man auch luftleere Lungenbezirke.

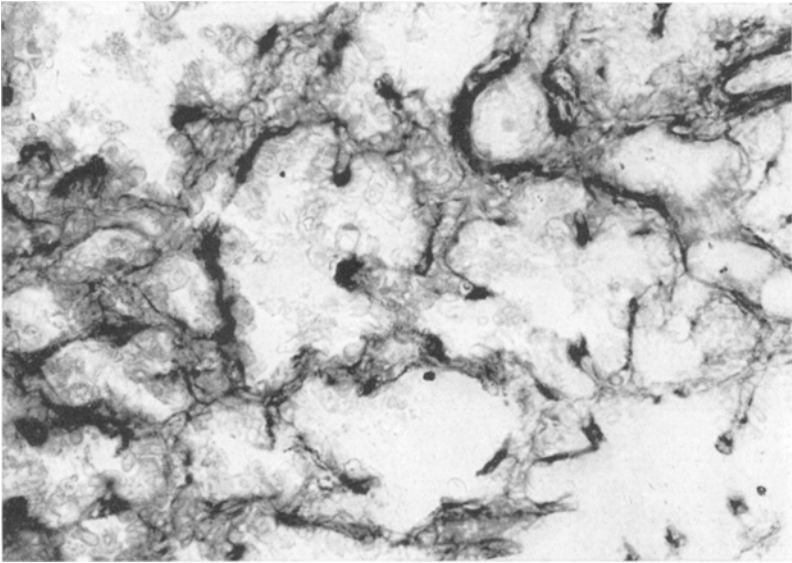


Abb. 2. Zerstörung des elastischen Fasersystems, Durchsetzung des Lungenparenchyms mit roten Blutkörperchen. Lunge eines Lebendverbrannten.

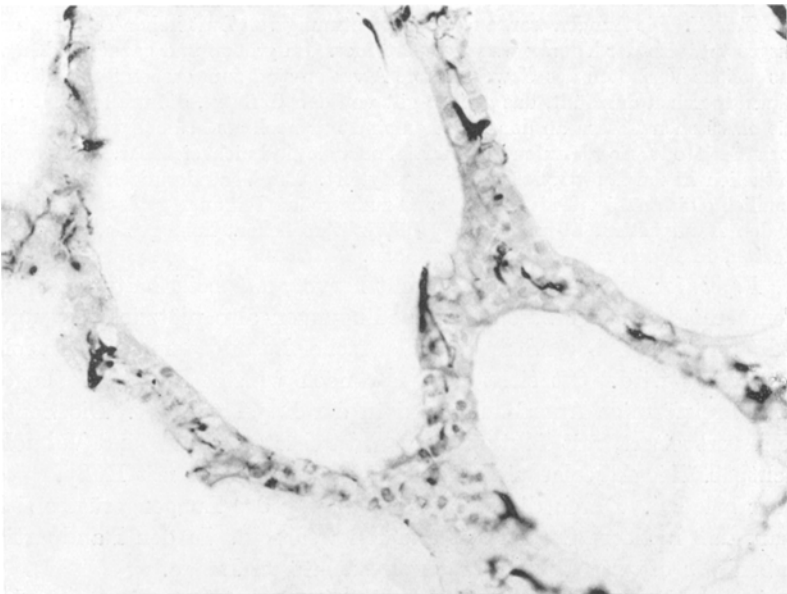


Abb. 3. Verbreiterung der Septen, elastische Faserreste. Lunge eines Lebendverbrannten.

Wurzel rechts: Das Parenchym ist mit roten Blutkörperchen durchsetzt. Die Alveolen sind noch vorhanden. Doch ist das elastische Fasersystem nicht gut ausgeprägt, da man nur Reste vor sich hat.

Linke Lunge: Sie war der Hitze nur durch Einatmung ausgesetzt und nicht der direkten Flammenwirkung. Das Gewebe war dementsprechend makroskopisch noch gut erhalten.

Wurzel links: Die Septen sind an verschiedenen Stellen stark verbreitert und mit Vakuolen durchsetzt. Rote Blutkörperchen liegen in diesen Septen. Die Verbreiterung kann soweit gehen, daß die Lungen fast luftleer aussehen. Die elastischen Fasern sind gar nicht oder nur als Bruchstücke vorhanden (Abb. 3).

Mitte links: Mehr oder weniger haben wir das gleiche Bild. Die Alveolen sind ab und zu mit roten Blutkörperchen angefüllt. Die Septen sind mancherorts nicht verbreitert. Die elastischen Fasern sind überall schlecht ausgebildet, d. h. es sind nur noch Reste zu erkennen. Die Alveolarepithelien sind teils abgestoßen, teils haften sie noch und sie sind angefüllt mit Rußpartikelchen. Die elastischen Fasern sind quergestellt und die Septen in Auflösung begriffen.

Rand links: Auch hier haben wir das gleiche Verhalten der Lungen vor uns. Nur die Hohlräume sind hier größer, d. h. die Alveolen sind in großer Zahl geplatzt und bilden einen großen Hohlraum.

Zusammenfassend ist zu sagen, daß das elastische Fasersystem der Lungenalveolen fast überall vernichtet ist. Dadurch wird das feste Lungengerüst zerstört, und die Lungen verlieren ihren Halt. So wechseln luftleere Stellen mit lufthaltigen. Vielfach sind die Septen verbreitert. Die roten Blutkörperchen sind reichlich aus den Gefäßen ausgetreten, und die Alveolarepithelien sind verschiedentlich mit Rußpartikelchen angefüllt.

Fall K. Die Lungen waren nur der Einatmung von Luft hoher Temperaturen ausgesetzt, also der Thorax war nicht eröffnet. Im großen und ganzen haben wir das gleiche Verhalten des Gewebes. Die Alveolen sind zum großen Teil mit roten Blutkörperchen angefüllt, das gleiche gilt von den Gefäßen, die prall gefüllt sind. Die elastischen Fasern an den Alveolen sind nur noch als krümelige Bestandteile vorhanden, oder sie verlaufen lockenartig, oder sie sind nicht sichtbar. Die Alveolarepithelien haben Rußpartikelchen phagocytisiert. Die Veränderungen sind überall ziemlich gleichmäßig. Die Alveolen sind zum großen Teil auch geplatzt, besonders in den Randpartien, ab und zu angefüllt mit rötlichen, homogenen, gesinterten Massen, in denen sich Vakuolen befinden.

Ergebnis: Aus beiden Fällen geht hervor, daß bei Einatmung hoher Temperaturen unter besonderen Bedingungen also plötzlich und unter starkem Druck besonders das elastische Fasersystem der Alveolen geschädigt wird. Oft sieht man nur noch winzige Reste, die bogen- bzw. kreisförmige Anordnung wird in der Regel vermißt. Die Septen sind verbreitert, mit Blutkörperchen durchsetzt. Auch sind Vakuolen sichtbar. Die Alveolarepithelien sind hin und wieder mit Rußpartikelchen beladen. Durch die starke Schädigung des Lungengerüsts sieht man, daß luftleere Stellen mit anderen wechseln. In den Randpartien haben wir oft das Bild einer emphysematösen Lunge.

Durch die folgenden Befunde soll experimentell bewiesen werden, daß durch die Einatmung hoher Temperaturen tatsächlich das grobe

elastische Fasersystem, also das Stützgerüst, stark geschädigt wird. Zu diesem Zwecke wurden Tiere plötzlich hohen Temperaturen ausgesetzt. Die Versuchsanordnung ist andernorts mitgeteilt.

2. Befunde an Tierlungen, welche durch das Experiment gewonnen wurden.

Auch hier haben wir starke Verbreiterung der Septen mit roten Blutkörperchen vermischt und mit Vakuolenbildung einhergehend. Der Zerfall der elastischen Fasern ist deutlich sichtbar. In den Randpartien haben wir mehr das Bild einer emphysematösen Lunge. Die elastischen Fasern ragen zapfenartig in den Hohlraum und zeigen den früheren Verlauf an. Die Alveolarepithelien sind ins Lumen abgestoßen und auch mit Rußpartikelchen angefüllt. Die Verbreiterung der Septen, an denen die elastischen Fasern noch kaum zu erkennen sind, geht so weit, daß man den Eindruck von luftleeren Lungen hat. Man sieht auch äußerst starke Blutfüllung früherer Alveolen. Die Blutkörperchen sind vermischt mit Alveolarepithelien und elastischen Fasern. Ganze Bezirke sind in dieser Form mit Blut angefüllt. Hier und dort liegen die übrigen Zellelemente ohne Ordnung und vermischt mit Trümmern von elastischen Fasern. In anderen Fällen hat man nur strichweise Blutungen. Die Alveolen sind gut angedeutet, wenn auch die elastischen Fasern zum Teil zugrunde gegangen sind.

Ergebnis: Im Tierexperiment steht das Bild der starken Schädigung des elastischen Fasersystems ebenfalls im Vordergrund. Außerdem hat man die starke Blutdurchsetzung, die Verbreiterung der Septen, und schließlich sehen wir luftleere Partien, welche mit lufthaltigen und emphysematösen wechseln.

Vergleichen wir beide Ergebnisse, so haben wir das gleiche Bild im Experiment, das wir auch bei Lebendverbrannten vorfinden. Die Septen sind oft stark verbreitert, überall Blutungen, und das elastische System ist zum großen Teil vernichtet. Es taucht nun ohne weiteres die Frage auf, handelt es sich bei diesen Veränderungen um rein vitale, und sind sie somit als vitale Reaktion aufzufassen, oder können sie auch postmortal erzeugt werden? Zu diesem Zwecke wurden postmortal Lungen Erwachsener der Flamme ausgesetzt.

3. Befunde an einer Reihe von Erwachsenenlungen, welche nach dem Tode der Flamme ausgesetzt wurden.

Sobald die Flamme den äußeren Lungenpartien nahe kommt, haben wir makroskopisch an diesen Stellen eine fleischartige Form der Lungen, d. h. die Lungen sind fest und von grauer Farbe, wenn sie nicht schon verkohlt sind. Die Lungen wurden in den verschiedensten Schichten also dort, wo die Flamme direkt einwirkte, dann in einiger Entfernung hiervon usw. bis zur Wurzel histologisch untersucht. In der Nähe der Hitzeeinwirkung haben wir überall das gleiche Bild. Die elastischen Fasern sind zusammengeschnürt, verlaufen wellenförmig (Abb. 4) oder das Lungengewebe ist krümelig zerfallen. Gewebsreste sind vorhanden, etwas weiter sieht man luftleere Partien. Hier liegen Zelldetritus, elastische Faserreste, noch erhaltene Zellelemente und rote Blutkörperchen wirt durcheinander. Dann sieht man andere Stellen, an denen die Hitze fast nur das elastische Fasersystem zerstört hat. Entfernt man sich mehr von diesen Stellen und kommt nach der

Wurzel zu, also dort, wo die Hitze wenig ausrichtete, so haben wir hier vollkommen erhaltenes Lungengewebe. Die elastischen Fasern sind glatt und gespannt. Die Septen sind gleichmäßig geformt und schmal. Eine Blutdurchsetzung ist nicht sichtbar. Auch an keiner Stelle hat man das Bild einer luftleeren Lunge, das man in der Nähe der Hitzeeinwirkung so oft findet. An allen Lungen Erwachsener, welche postmortal verbrannt wurden bzw. der Hitze ausgesetzt waren, hat man die gleichen Veränderungen.

Aus diesen *Befunden* ist zu folgern, daß das elastische Fasersystem, welches der Hitzeeinwirkung direkt unterliegt, genau so reagiert wie bei den Lungen Lebendverbrannter. Wir haben nur noch Faserreste,

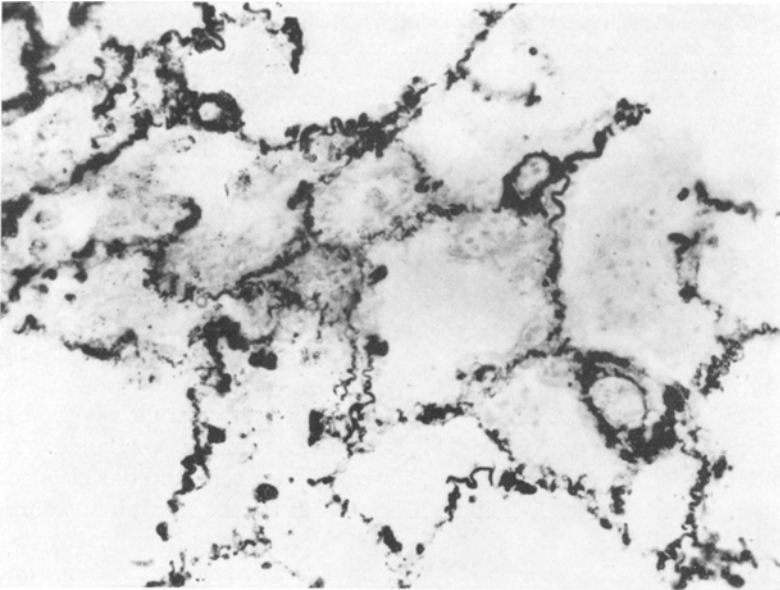


Abb. 4. Die elastischen Fasern sind zusammengeschnürt, sie verlaufen wellenartig oder man sieht quergestellte bzw. krümelige Reste. Lungen post mortem verbrannt.

oder aber die Fasern schnurren zusammen und bieten das Bild einer Locke oder Welle. Wir haben auch luftleere Stellen, welche mit lufthaltigen wechseln. Die Veränderungen sind also nicht spezifisch für eine vitale Reaktion, wenn die Lungen der Flamme nach Eröffnung des Thorax in allen Teilen ausgesetzt waren und die Befunde örtlich beschränkt erhoben wurden. Haben wir aber in allen Lungenpartien gleichmäßig verteilt die Veränderungen an dem Fasersystem und die Verbreiterung der Septen sowie den Wechsel von luftleeren und lufthaltigen Bezirken, und waren die Lungen nicht direkt der Flamme ausgesetzt oder nur geringe Teile, so handelt es sich um eine vitale Reaktion. Kurz zusammengefaßt ist zu sagen, daß die gleichmäßige

Veränderung in den gesamten Lungenabschnitten als der Ausdruck des vitalen Geschehens aufzufassen ist.

4. Die Lungen verbrannter Neugeborener.

Es handelt sich nun um die Frage, welche Bedeutung haben diese Befunde für die histologische Untersuchung verbrannter Neugeborener. *Olbrycht* fand Rarefizierung des Lungenparenchyms nach Verbrennung und schreibt sie der Dampfblasenbildung zu. Die luftleeren anektatischen Lungen zeigten nach der Flammenwirkung ein der emphysematösen Lunge sehr ähnliches Bild. Leider fehlt hier die Beschreibung der Stellen nach elastischer Faserfärbung. Auf ihre Bedeutung zur Entscheidung des Gelebthabens bei verbrannten Neugeborenen weist *Pietrusky* hin. Er konnte bei seinen Versuchen feststellen, daß lufthaltige Lungen durch Flammenwirkung luftleer werden können. Das Bild von verbrannten Leichen mit gut lufthaltig gewesenen Lungen war in seinen Fällen charakteristisch. *Radtke* meint, die histologische Lungenprobe sei das einzige und beste Mittel, das in Verbrennungsfällen zum Ziele führe. Von mir wurden 20 Lungen Neugeborener nach dem Tode der Flammenwirkung ausgesetzt und auch mit praktischen Fällen verglichen. Hierbei handelt es sich um luftentfaltete und nicht entfaltete Lungen Neugeborener.

An den Lungen Neugeborener, die nicht geatmet haben, sieht man nach Einwirkung von Hitze am Rande krümeligen Zerfall des Gewebes mit bräunlichen und schwärzlichen Massen durchsetzt. Hier und dort hat man lockenartig verteilt elastisches Fasergewebe und u. a. auch große Hohlräume ohne Faserbegrenzung. Je mehr man sich von der Hitzequelle entfernt, desto mehr hat man das übliche Bild der anektatischen Lungen, also Zellelemente vermischt mit elastischen Fasern in lockenartiger Anordnung. Das Bild, das die luftentfalteten Lungen bieten, ist das gleiche wie bei Erwachsenenlungen, welche nach dem Tode der Flamme ausgesetzt waren. Lufthaltige Stellen wechseln mit luftleeren. Dabei ist zu beachten, daß man bei anektatischen Lungen nur vorgetäuscht lufthaltige Stellen findet. Niemals sieht man an den Hohlräumen elastische Faserbegrenzung. An dieser Stelle möchte ich noch darauf hinweisen, daß ich feststellen konnte, wie lufthaltige Lungen auch ganz luftleer werden können. Wenn z. B. die kleinen luftentfalteten Lungen längere Zeit der Hitzeeinwirkung ausgesetzt waren, so wurde eben das ganze Stützgewebe bzw. das elastische System vernichtet, und die Lungen sanken zusammen. Das ist bei den Lungen Neugeborener um so leichter, weil die Flamme ja nicht wie bei den Erwachsenen eine große Masse vor sich hat, sondern nur ein im Verhältnis winziges Organ. Es ist selbstverständlich, daß die Lungen verbrannter Neugeborener immer histologisch untersucht werden

müssen, um auf das Gelebthaben zu fahnden, und immer muß, wie auch *Pietrusky* verlangt, die elastische Faserfärbung angestellt werden, weil die Untersuchung in dieser Form oft von Erfolg gekrönt ist. So obduzierte ich ein Neugeborenes, das ziemlich verkohlt war, als man es in einem Ofen vorfand. Allerdings lagen die Lungen noch geschützt im Brustkorb. Hierbei konnte einwandfrei festgestellt werden, daß die Lungen durch Luft entfaltet waren, denn die elastischen Fasern umgaben die Alveolen fast in allen Lungenteilen in gespannter und Bogenform. Die Mutter gab auf Vorhalten zu, daß das Kind gelebt habe, aber kurz nach der Geburt gestorben sei. Darum habe es der Erzeuger in den Ofen zur Verbrennung gesteckt. Wir können also auf Grund unserer Untersuchungen die Schlußfolgerung ziehen, daß bei Lungen verbrannter Neugeborener dann das Ergebnis der Untersuchungen auf Gelebthaben vorsichtig zu werten ist, wenn sie direkt der Flammenwirkung ausgesetzt waren, d. h. also, wenn der Brustkorb eröffnet war und die Lungen von der Flamme in ihrer Gesamtheit erfaßt wurden. Waren die Lungen aber nicht der direkten Einwirkung ausgesetzt oder nur geringe Teile, so ist das Ergebnis der histologischen Untersuchung, und zwar mit der Elasticafärbung, von allergrößter Bedeutung. Hier möchte ich auch noch darauf hinweisen, daß ein neugeborenes Kind lebend in den Ofen geworfen wird und nun die Hitze einatmen muß. Hierbei werden wir dann sehr wahrscheinlich Bilder vorfinden, wie sie oben bei den Erwachsenen- und Tierlungen beschrieben wurden.

Zusammenfassung.

Wir haben Veränderungen an den Alveolen bei Lebendverbrannten in Form von Zerstörung des elastischen Fasersystems, Verbreiterung der Septen und von Luftleerwerden einzelner Lungenabschnitte. Durch das Tierexperiment sind gleiche Veränderungen erreicht. Auch an den Lungen Erwachsener, welche postmortal der Flamme ausgesetzt wurden, sind Abweichungen an dem elastischen System zu finden, die gleichförmig sind, aber sie sind nur an der Stelle der Einwirkung zu finden. Die gefundenen Veränderungen sind als vitale Reaktion aufzufassen, wenn sie gleichmäßig über die Lungen verteilt sind. Bei den Lungen verbrannter Neugeborener kann es vorkommen, daß lufthaltige Lungen bei direkter Einwirkung hoher Temperaturen das Bild von anektatischen Lungen zeigen.

Literaturverzeichnis.

Foerster, A., Dtsch. Z. gerichtl. Med. **19**, 293 (1932) — Dtsch. Z. gerichtl. Med. **20**, 445 (1933) — Dtsch. Z. gerichtl. Med. **21**, 158 (1933). — *Olbrycht, J.*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **9**, 529 (1927). — *Pietrusky, F.*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **5**, 630 (1925). — *Radtke, W.*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **20**, 267 (1933).