

Zur Brauchbarkeit der elastischen Fasern der Lunge im Rahmen der Lebensproben

OTTO PROKOP

(mit technischer Unterstützung von R. Radam)

Institut für Gerichtliche Medizin der Humboldt-Universität zu Berlin (DDR)

Eingegangen am 1. Juni 1971

Evaluation of the Elastic Fibers in the Lung of Newborns for the Determination of Live Birth

Summary. The elastic fibers in the lungs of new borns were studied by fluorescent microscopy. It was shown that the appearance of these fibers is of no significance for the determination that live birth occurred. The elastic fibers of unfixed atelectatic lungs are elongated and arcuate. Formalin fixation changes the appearance of the elastic fibers.

Zusammenfassung. Mittels Fluoreszenzmikroskopie nach Titangelbfärbung wird an geeignetem Material gezeigt, daß das Aussehen der elastischen Fasern in der Lunge von Neugeborenen im Rahmen der Lebensproben nicht verwertbar ist. Die elastischen Fasern unbeatmeter Lungen sind in unfixiertem Material bogenförmig gestreckt. Ihr Aussehen wird durch die Fixierung beeinflusst.

Key words: Elastische Fasern, Lunge — Lebensproben — Neugeborene, Lungenbefund.

In einem Handbuchartikel gibt Loeschcke (1928) verschiedene Daten über die elastischen Fasern in der Lunge, wobei er sich sehr stark an Untersuchungen von Orsós anlehnt.

a) Respiratorisches System: Aus den Wandungen der Bronchien entspringendes grobfaseriges System, mit Fasern, die parabelähnlich geschwungen sind, parallel liegen, mit Knotenpunkten, Kreuzungsfiguren bildend.

b) Aus den Gefäßen stammendes System, bestehend aus feinen intercapillären Fasern, welche die Capillaren an der Alveolarwand fixieren.

Loeschcke meint, daß die respiratorischen Bogensysteme sich fast nie zu geschlossenen Ringen zusammenschließen. Loeschcke: „Die meisten Autoren haben die Vorstellung, daß sich die elastische Faser verhält wie ein Gummiband“ und er meint, daß die parabelähnliche Struktur, die man zu sehen gewohnt ist, dagegen spricht. Es könne aber auch angenommen werden, daß sie wie Uhrfedern funktionieren, die wieder in ihre Lage zurückkehren, wenn man ihre Form verändert.

Eine Reihe von Autoren hat in der Folgezeit die elastischen Fasern zu diagnostischen Zwecken auszunutzen versucht.

Foerster (1932): Technik: Gefrierschnitt, Paraffin und Celloidin, alles an fixiertem Material (Müller-Formol) bei

Luftatmung: elastische Fasern gespannt und schmal.

Fruchtwasseratmung: elastische Fasern wellenförmig dick.

Faule Lungen, die beatmet waren: keine elastischen Fasern als Begrenzungslinie von Hohlräumen.

Faule Lungen, die nicht beatmet waren: elastische Fasern lockenartig.

Foerster (1935): Elastische Fasern haben kautschukartige Dehnbarkeit, bei hoher Temperatur schnurrten sie zusammen (wellenförmig, korkenzieherartig) wie bei anektatischen Lungen. Bei Wasseratmung wird das System vernichtet. Bei zu beurteilenden Lungen mehrere Gesichtsfelder: Schwierigkeiten bei Unterscheidung Fruchtwasser- bzw. Luftatmung.

Stuemmler, M. (1935): Schon bei 27 cm langen Kindern elastische Fasern in einzelnen Alveolen angedeutet aber spärlich, ebenso bei einer Frühgeburt von 33 cm spärliche elastische Fasern. Menge hängt von Gesamtentwicklung des Kindes ab. Hinweis auf vielleicht obligate Fruchtwasseratmung in utero. Fetale Apnoe stimmt vielleicht nicht.

Foerster (1939/40): Elastische Fasern sehr widerstandsfähig gegen Fäulnis und Hitze. Bei fetalen Lungen lockenförmig gleichmäßig verteilt, bei entfalteten Lungen bogenförmig.

Walcher (1941): Weist auf den Einfluß der Fäulnis hin: „Immerhin sind die Bindegewebsfasern noch dauerhafter gegenüber den Einflüssen der Fäulnis als die elastischen Fasern.“ Nach Erwähnung von Kort unter Schwarzacher: „Nach den Untersuchungen ist die Auffassung zu diskutieren, ob die Färbbarkeit der elastischen Fasern doch weitgehend von der funktionellen Inanspruchnahme, d. h. von der Dehnung dieser Fasern abhängig ist. Jedenfalls kann es sich wohl kaum um qualitative, sondern höchstens um quantitative Unterschiede der Färbbarkeit handeln.“

Wirsel (1948): Lungen von 8 lebendgeborenen Kindern. Bei diesen: 5mal elastische Fasern im Sinne von Foerster gestreckt, in einem Fall bei 10 Std beatmetem Kind unterschiedlich aber überwiegend wellig, wobei postmortale Einflüsse ausscheiden. Zweimal gemischtes Bild.

Die Sicherheit der Beurteilung der elastischen Fasern wird beträchtlich durch die Fäulnis getrübt, sonst aber ist die Untersuchung der elastischen Fasern ein nicht unwichtiger Baustein beim Sammeln von Beweismaterial. Fetten von weniger als 35 cm lassen mit großer Wahrscheinlichkeit elastische Fasern vermissen. Lungen dann nicht verwertbar.

Foerster und Goldbach (1956): Zweifellos entsprechen bestimmte Entfaltungszustände der Neugeborenenlunge typischen Spannungszuständen der elastischen Fasern.

Es sind folgende Zustände zu unterscheiden:

1. Das Vorfinden von vorwiegend lockenförmigen elastischen Fasern in der Lunge spricht für ein Nichtbeatmetsein. Auch stärkere Fäulnisercheinungen verändern dieses Bild nicht.

2. Fruchtwasserrespiration führt zu keiner vollen Entfaltung der Alveolen. Die elastischen Fasern erreichen deshalb nicht ihren völligen wellenförmigen Verlauf. Fäulnisercheinungen verursachen auch hier wieder meistens keine entscheidenden Veränderungen.

3. In der beatmeten Lunge sieht man das Bild der gestreckten, kreis- oder bogenförmig verlaufenden elastischen Fasern, das selbst bei völliger Colliquation noch erhalten sein kann.

Natürlich muß man diese Befunde bei der Begutachtung als einen von vielen Bausteinen ansehen, und das Urteil darf sich nicht auf sie allein stützen. Bei der Diagnose der Kindestötung sind zu seiner Klärung alle diagnostischen Möglichkeiten auszuschöpfen, wobei die histologische Untersuchung der Lunge, insbesondere die Gestaltungsform der elastischen Fasern oft von entscheidender Bedeutung sein kann.

Wer sich lange Zeit in der Praxis der Begutachtung von Neugeborenen mit dem Problem Gelebthaben befaßt hat, wird die Unsicherheit der Begutachtung insbesondere eventuell kurzer Atemtätigkeit nach der Geburt kennen und freimütig eingestehen, daß er mitunter eine forensisch tragbare Begutachtung entweder nicht wagt oder nicht kann. Die Einschätzung bleibt oft Ermessensfrage, insbesondere dann, wenn das untersuchte Material nicht mehr frisch ist. Mitunter sind auch bei langer Färbung nur wenige elastische Fasern zu sehen. Die Unsicherheit betrifft auch das Problem, ab wann mit der Entwicklung elastischer Fasern in der Lunge gerechnet werden kann. In Übereinstimmung mit einigen früheren Autoren sah in den Alveolen Goldbach (1956) die Faserentwicklung beginnen mit einer Größe der Frucht von 26—30 cm, während die Gefäßelastica schon bei 10—15 cm langen Früchten nachweisbar sein kann.

In eigenen Untersuchungen sollte wegen der Tragweite der Elastica-Befunde in forensischem Material die Frage erneut studiert werden.

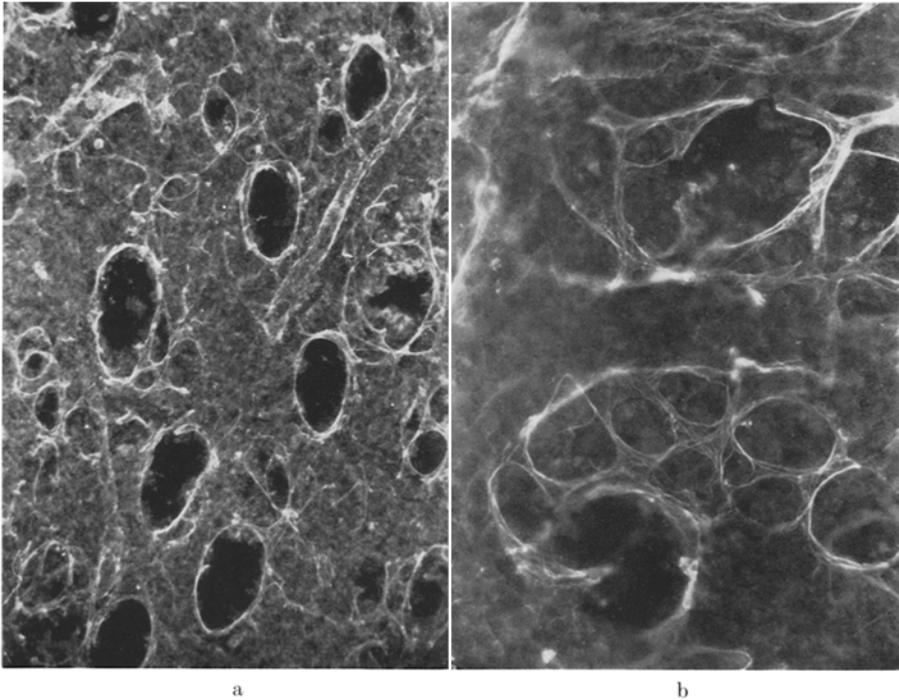


Abb. 1 a u. b. Vergrößerungsmaßstab 1:60 bzw. 1:160. Fall 5 der Tabelle 1. Unfixierter Gefrierschnitt. Titangelb. Fluoreszenzmikroskopie. Unbeatmete Lunge; das Kind ist in utero abgestorben. Elastische Fasern ringförmig und gestreckt

Eigene Untersuchungen

Fixiertes und unfixiertes Material wurde fluoreszenzmikroskopisch untersucht und die Ergebnisse sind in Tabelle 1 verzeichnet.

Technik

a) Fluoreszenzmikroskopie: Fluoreszenzmikroskop Zeiss, Jena. UV-Lampe: HBO 200. Filter zur Anregung 2 vom Typ BG 12/2. Sperrfilter OG 1

b) Färbungen: Titangelb (Thiazolgelb G ist synonyme Bezeichnung) pro analysi Merck, vorgewärmt auf 40° C, Konzentration 1:20000, Färbezeit 3—5 min, Eindeckung in Wasser und sofortige Untersuchung. Daneben Hämatoxylin-Eosinfärbung zur Einschätzung der Fruchtwasserrespiration.

Diskussion

Im Gegensatz zu Orsós ist Hayek (1953) in Übereinstimmung mit anderen von ihm zitierten Autoren der Ansicht, daß die elastischen Fasern gummielastische Verhaltensweise zeigen. Sie sind über ihre doppelte Länge dehnbar. Er sagt, daß das System weitverzweigt ist, daß feine Fasern auch die Capillaren umspannen und so an den Alveolen festhalten und: „dort wo in den Bronchioli alveolares die ersten Alveolen liegen, bilden die elastischen Eingangsringe eine Fortsetzung beider Netze“ (gemeint ist das um die Arteriolae und Venulae gespannte Netz und

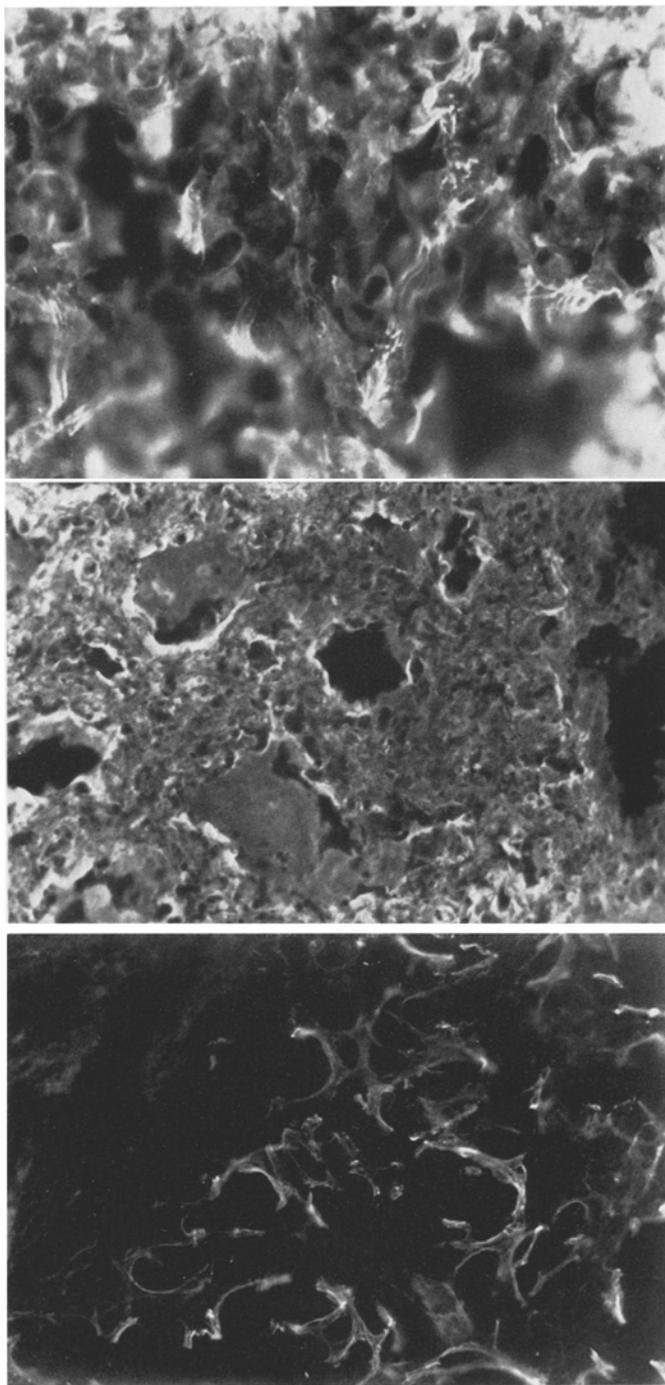


Abb. 2. a Vergrößerung 1:60. Das Kind hat 4 Tage gelebt. Das Bild zeigt das Aussehen der elastischen Fasern nach Titangelbfärbung. Unfixierter Schnitt. Elastische Fasern bogenförmig (Fall 10 der Tabelle 1). b Vergrößerung 1:60. Formfixierte Lunge von Fall 10 der Tabelle 1. Elastische Fasern nun gewellt und geknickt. c Vergrößerung 1:200. Dieselbe Lunge wie bei 2a und 2b, nur stärker vergrößert. Verhältnisse wie bei 2b (Lunge formfixiert und Gefrierschnitt). Elastische Fasern unruhig, wie spiralisiert aussehend. Die Abbildungen zu Fall 10 (2a—c) zeigen den Einfluß der Formfixierung. Färbung mit Titangelb, Fluoreszenzmikroskopie

das Bronchiolen-Alveolarnetz). So entstehen auch die im Schnitt als sphärische Dreiecke imponierenden Gebilde. Über die Anordnung finden sich auch in der Arbeit von Hodel (1968) praktisch die gleichen Hinweise und der bemerkenswerte Passus: „Am leichtesten lassen sich die elastischen Fasernetze an unbeatmeten termingerechten Totgeburten untersuchen, worauf auch Plank (1965) hingewiesen hat. Die Beatmung entfaltet die Lungen meist sehr unregelmäßig und kann auch zu Überdehnungen führen. Die *Elastica* wird dadurch schwer auffindbar. Ebenso kann durch ungeeignete Färbung die Ausbildung der *Elastica* schon in der gleichen Lunge verschiedene Stadien vortäuschen (Engel, 1952). Das Eingießen der Lungen verschiedener Altersstadien in einen Paraffinblock, bzw. das gleichzeitige Färben verschiedener Schnitte ist zu einer genauen Beurteilung unumgänglich“. Weiter sagt Hodel in der Zusammenfassung seiner Arbeit, daß das bronchoalveolare Fasernetz, das erst kurz vor Ende der Fetalzeit nachzuweisen ist (sic!) vor allem nach der Geburt voll ausgestaltet wird. Schematisiert, aber klar, ist die Darstellung der elastischen Fasern bei Bucher (1970), der in seiner Darstellung unterscheidet: „Basalringe“, die offenbar als Bündelung (nicht gesagt vom Autor), die Alveolen umspannen und „feine elastische Fäserchen“, die ein Gerüstwerk bilden und in die Basalringe einstrahlen. Das stimmt völlig mit den älteren Feststellungen von Bargmann (1936) überein.

1961 hat Giese in seinem Handbuchartikel nochmals der Gummibandtheorie den Vorzug gegeben. Er, sowie die oben zitierten Autoren verlieren kein Wort über „wellige“ oder „aufgerollte“ elastische Fasern, sondern sagt klar, daß die elastischen Fasern dehnbar und retraktionsfähig sind und „eine Wellung der elastischen Fasern in der entspannten Lunge hat sich nicht bestätigt“.

Daß sich die elastischen Fasern tatsächlich wie Gummibänder verhalten, kann man sehr leicht erkennen, wenn man Lungenschnitte von unfixiertem Material flottierend in Titangelb färbt und dann bei mikroskopischer Beobachtung zerrt. Dieses Verhalten kann auch besonders gut an den elastischen Fasern gezeigt werden, wenn man Lungenschnitte von Ertrunkenen nach Titangelbanfärbung betrachtet. Hier sind zahlreiche elastische Fasern aus dem Gefüge der zerrissenen Alveolen ausgesprengt, und sie lassen sich durch Verschieben des Deckglases oder durch Druck auf dieses dehnen. Sie ziehen sich wieder zusammen.

Aus den eigenen Versuchen und im Vergleich mit kritischen Arbeiten und Veröffentlichungen halten wir nun folgende Aussage für gerechtfertigt:

Die Probe aus dem morphologischen Aussehen der elastischen Fasern auf Beatmung oder Nichtbeatmung rückzuschließen, ist unbrauchbar, da

a) in sicher unbeatmeten Lungen ebenso wie in beatmeten die elastischen Fasern gestreckt kreisförmig um die Alveolen liegend gefunden wurden. (Vgl. insbesondere in Tabelle 1 Fälle 3, 5, 6 und 14.)

b) die Fruchtwasserrespiration in verschiedenen Graden ein häufiges — wenn nicht obligates Geschehen darstellt. So kann man sie nicht als „Streckfaktor“ zuerst angeblich gewellter elastischer Alveolarfasern in Anspruch nehmen, da in den Fällen, in denen Fruchtwasserrespiration kaum oder in sehr beschränktem Ausmaß vorhanden war (Fall 3 und 6), alle oder die meisten elastischen Fasern gestreckt waren.

c) in den Fällen, die nur bogenförmige elastische Fasern aufwiesen (Fall 10, 13 und 14) nach der Fixierung mit Gewebsschrumpfung Fasern in den Schrum-

Tabelle 1

Lfd. Nr.	Lungen	Art der histol. Bearbeitung	Befund
1	Männl. Neugeborenes, 3100 g, 51 cm, Kind lebte „kurz“ (Klinische Angabe)	6.10.70 unfixiert Gefrierschnitt	Elastische Fasern sind gestreckt und parabelförmig (Fluoreszenzmikroskopie)
2	Hund 21 cm, in Eihäuten totgeboren	9.11.70 unfixiert, Gefrierschnitt	Massive Fruchtwasser aspiration elastische Fasern teils etwas wellig, zumeist gestreckt und bogenförmig (Fluoreszenzmikroskopie)
3	Totgeburt, 45 cm Anencephalus. Schwimmprobe nach Faraone: negativ	22.10.70 unfixiert, Gefrierschnitt	Mäßige Fruchtwasser aspiration. Elastische Fasern der Basalringe gestreckt und ringförmig (Fluoreszenzmikroskopie)
4	Asphyktisches Neugeborenes; ausgetragen, künstlich beatmet. Schwimmproben wurden nicht gemacht	29.10.70 unfixiert, Gefrierschnitt	Elastische Fasern alle bogenförmig (Fluoreszenzmikroskopie)
5	Kind männl., 40 cm, Hutmaß 27 cm, 1260 g. Die schwangere Mutter war aus dem Fenster gestürzt. Kind in unbeschädigter Fruchtblase vorgefunden	18.11.70 unfixiert Gefrierschnitt	Mäßig kräftige Fruchtwasser aspiration. Basalringe verschiedener Größe; alle mit bogenförmig gestreckten Fasern (Fluoreszenzmikroskopie)
6	Kind männl., 41 cm, Hutmaß 32 cm. Biparietal 9 cm. Schwimmprobe in Wasser alle Abschnitte negativ, in Faraone negativ	3.12.70 unfixiert	Fluoreszenzmikroskopie: Elastische Fasern in dicken Bündeln kreisbogen bis arkadenförmig, gelegentlich geknickt, aber nicht wellig oder lockig. H. E.: Wenig Fruchtwasserbestandteile
		5.12.70 unfixiert, Paraffinschnitt	Elastische Fasern stark reduziert, kräftige Fluoreszenz auch der Alveolarzellen, so daß elastische Fasern schwerer zu beurteilen. Die erst runden Alveolen sind in Falten gelegt und die Lichtungen verschwunden. Soweit elastische Fasern zu beurteilen gestreckt
7	Kind männl., 34 cm, 750 g. Kind hat bis zur Obduktion 3 Tage im Eisschrank gelegen, imponiert völlig frisch. Schwimmprobe in Wasser und Faraone: negativ	4.1.71 formalinfixiert, Gefrierschnitt	Spuren von elastischen Fasern der Alveolen. Elastische Fasern der Arterien deutlich. Die sehr zarten elastischen Fasern der Alveolen lassen sich mit der Mikrometerschraube verfolgen. Sie sind gestreckt oder leicht gewellt (Fluoreszenzmikroskopie)
8	Fet, 12 cm lang. Mutter Exitus durch Luftembolie	14.1.71 fixiert, Gefrierschnitt	Keine elastischen Fasern zu sehen, auch nicht der Arterien (Fluoreszenzmikroskopie)
9	Fet, 19,5 cm lang	2.2.71 unfixiert, Gefrierschnitt	Nur Gefäßelastica. Man hat den Eindruck, daß zarte elastische Fasern von den Gefäßen ins Lungengewebe irradiieren, doch sind elastische Fasern im Sinne von Basalringen nicht vorhanden (Fluoreszenzmikroskopie)
10	Frühgeburt, 39 cm. Kind lebte 4 Tage	4.2.71 unfixiert, Gefrierschnitt	Fluoreszenzmikroskopie: Cystenlunge mit deutlich erkennbaren atelektatischen Bezirken. In diesen kleine elastische Basalringe, in den cystischen Bezirken große Basalringe. Fasern überall gestreckt bogenförmig, ringförmig

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Lfd. Nr.	Lungen	Art der histol. Bearbeitung	Befund
		18.2.71, formalinfixiert, Gefrierschnitt	Fasern sind spärlicher geworden. Grundfluoreszenz der anderen Gewebe. Alveolen und cystische Abschnitte evident eingeschrumpft. <i>Fasern sind gewellt und z. T. wie spiralisiert aussehend.</i> Bei Hitze-Formol-Fixierung das gleiche Bild
		Formalinfixierung, Paraffinschnitt	Nur noch Spuren von elastischen Fasern erkennbar. Beurteilung ob gewellt oder gestreckt dadurch sehr erschwert. Viele stark gewellt oder spiralisiert
11	41 cm langer Schweineföt, frisch. Schwimmprobe Wasser: negativ, Faraone ganz schwach positiv	5.2.71 fixiert, Gefrierschnitt	Basalringe der verschiedensten Größe, so daß ein wabenartiges Bild imponiert. Elastische Fasern gewellt und gestreckt (Fluoreszenzmikroskopie)
12	22 cm lange Frühgeburt, Schwimmproben negativ	18.2.71 unfixiert	Keinerlei Alveolarelastica feststellbar (Fluoreszenzmikroskopisch)
13	Reifes totgeborenes Kind, Beatmungsversuch	16.3.71	Elastische Fasern der Alveolen sämtlich bogenförmig im unfixierten Gefrierschnitt (Titangelbfärbung). Zum gefärbten in Wasser eingedeckten Schnitt: Zulauflassen von 30% Formalin unter das Deckglas und Durchziehen des Formalins mittels Filterpapier. Dabei Beobachtung. Die elastischen Fasern z. T. nach etwa $\frac{1}{2}$ Std etwas geknittert aussehend und geschrumpft (etwa um $\frac{1}{7}$). Einzelne Fasern nun gewellt, doch in der Mehrzahl gestreckt bleibend. Fluoreszenz nach dieser Zeit stark herabgesetzt
14	51 cm weibl. Totgeburt, leicht maceriert. Keine Beatmungszeichen. Lunge entsprechend Zustand der Leiche nicht ganz frisch imponierend. Geb. 18.3.71	19.3.71 unfixiert formolfixiert	Fluoreszenzmikroskopie: Bündel der elastischen Fasern der Basalringe etwas gelockert, aber sonst stets bogenförmig verlaufend, daneben einige Fasern <i>leicht</i> gewellt HE: Kernfärbung sehr gut, starke Desquamation der Bronchiepithelsäume. Elasticafärbung (Orcein): Wirklich überzeugend ist nur die Gefäßelastica dargestellt!!
15	3 Monate altes Kind, gest. 21.3.71. Plötzlicher Tod aus natürlicher Ursache	23.3.71 unfixiert	Fluoreszenzmikroskopie: Alle elastischen Fasern ringförmig angeordnet, homogenes Bild. Ein Teil der Lunge wurde auf Tüchern über einem Heizkörper gelagert und dort bei 32° C 20 Std belassen. Starke Schrumpfung und Eintrocknung. Histologie fluoreszenzmikroskopisch: Einige Abschnitte zeigen nun korkzieherartige elastische Fasern und wellenförmige Bildungen, in der Mehrzahl elastische Fasern ringförmig. Nach weiteren 16 Std Trocknen nicht wesentlich verstärktes Auftreten von korkzieherartigen elastischen Fasern. Lunge nun in Formalin fixiert. Erfolg: Elastische Fasern schlecht dargestellt, annähernd wie vorher aussehend

pfungsvorgang einbezogen werden können und offenbar passiv in eine gewellte Lage gedrängt werden.

Um nicht Fehlurteilen zu riskieren, scheint es uns besser zu sein, auf das morphologische Kriterium der elastischen Fasern als „Lebensprobe“ zu verzichten.

Literatur

- Bargmann, W.: Die Lungenalveole. In: Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen, Bd. V/3, Atmungsapparat. Berlin: Springer 1936.
- Bucher, O.: Cytologie, Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen, 7. Aufl. Bern-Stuttgart-Wien: Huber 1970.
- Foerster, A.: Die Bedeutung der histologischen Lungenprobe in der gerichtlichen Medizin. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **18**, 507 (1932).
- Die Bedeutung des elastischen Systems der Lungen in der gerichtlichen Medizin. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **25**, 208 (1935).
- Die gerichtsärztlich-kriminalistischen Gesichtspunkte bei der Untersuchung der Kindes-tötung. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **32**, 283 (1939/40).
- Goldbach, H.-J.: Der heutige Stand der histologischen Lungenprobe unter besonderer Berücksichtigung der elastischen Fasern. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **45**, 386 (1956).
- Giese, W.: Die allgemeine Pathologie der äußeren Atmung. In: Handbuch der allgemeinen Pathologie, Bd. V/1. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1961.
- Goldbach, H. J.: Die Entwicklung der elastischen Fasern in der Lunge. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **45**, 381 (1956).
- Hayek, H. v.: Die menschliche Lunge. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1953.
- Hodel, C.: Die fetale Entwicklung des elastischen Lungengerüsts beim Menschen. Acta anat. (Basel) **71**, 53 (1968).
- Loeschke, H.: Störungen des Luftgehaltes. In: Handbuch der speziellen Pathologischen Anatomie und Histologie, Bd. III/1, Berlin: Springer 1928.
- Staemmler, M.: Die Bedeutung der elastischen Fasern in den Lungenalveolen von Neugeborenen für Klinik und gerichtlich-medizinische Beurteilung. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **25**, 202 (1935).
- Walcher, K.: Das Neugeborene in forensischer Hinsicht. Berlin: Springer 1941.
- Wirsel, K.-H.: Über Untersuchungen der elastischen Fasern der Neugeborenenlunge zum Nachweis stattgehabter Atmung und deren forensische Verwertbarkeit. Med. Diss. Köln (1948).

Prof. Dr. med. O. Prokop
 Institut für Gerichtliche Medizin der
 Humboldt-Universität
 DDR-104 Berlin, Hannoversche Straße 6