

(Aus dem Pathologischen Institut der Universität Kiel.)

Die Bedeutung der elastischen Fasern in den Lungenalveolen von Neugeborenen für Klinik und gerichtlich-medizinische Beurteilung.

Von

M. Staemmler.

Mit 4 Textabbildungen.

Im 20. Band der Deutschen Zeitschrift für die gesamte gerichtliche Medizin veröffentlicht *K. Boehmer*¹ einen Aufsatz „Beitrag zur histologischen Lungenprobe“. Er stellt sich die Frage, „ob es möglich ist, am Verhalten der elastischen Fasern eine stattgehabte Atmung zu erkennen, in welchem Maße und mit welcher Sicherheit, und zwar vorwiegend an möglichst frischen Lungen“. *Boehmer* kommt dabei zu dem überraschenden Ergebnis, daß nur dort eine Färbbarkeit der elastischen Fasern nach der Methode von *Weigert* besteht, wo sie mit Bestandteilen des strömenden Blutes oder mit Luftsauerstoff in Berührung gekommen sind. Aus der Färbbarkeit der elastischen Elemente in den Alveolenwänden ließe sich demnach ein Schluß in der Richtung ziehen, ob eine Atmung stattgefunden hat oder nicht. Wenn das Ergebnis dieser Untersuchungen sich wirklich bei Nachprüfung bestätigte, so würde in der Tat die Untersuchung der Lungen auf elastische Fasern eine sehr einfache Möglichkeit geben, die Frage zu entscheiden, ob das zu beurteilende Neugeborene geatmet hat oder nicht.

Ähnliche Studien sind ja vor kürzerer Zeit von *Foerster*² in ausgedehnterem Umfange unternommen worden. Er kommt aber zu wesentlich anderen Ergebnissen als *Boehmer*. *Foerster* findet wohl auch Unterschiede in den elastischen Elementen, aber diese betreffen nur den Verlauf, die Anordnung, nicht das Mengenverhältnis. Die elastischen Fasern liegen nach *Foerster* bei unentfalteten Lungen „lockenartig verstreut im Gewebe“, verlaufen bei Entfaltung durch Fruchtwasser in gespanntem Zustand wellenförmig und zeigen einen gespannten bogen- oder kreisförmigen Verlauf um die durch Luft entfalteten Alveolen. Jedenfalls geht aus den Beschreibungen und Abbildungen *Foersters* klar hervor, daß er auch in nicht beatmeten Lungen Neugeborener (selbst wenn sie aus den Eihäuten gewonnen waren) elastische Fasern in beträchtlicher Menge nachgewiesen hat.

Aber auch wenn man die ältere anatomische Literatur durchsieht, finden sich kaum irgendwo Angaben, die mit denen von *Boehmer* übereinstimmen. *Oppel*³ stellt im Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie (Bd. 6. Atmungsapparat) die bis 1905 veröffentlichten Angaben über die Entwicklung der elastischen Fasern in den Lungen zusammen. *Köstlin*⁴ fand sie beim Neugeborenen noch unvollkommen entwickelt. Nach *Lenzi*⁵ haben sie schon im 7. Fetalmonat die Anordnung, die sie am Ende der Schwangerschaft und beim Erwachsenen zeigen. *Lenzi* wendet sich entschieden gegen die Behauptung *Linsers*⁶, daß sich eigentliches elastisches Gewebe erst nach der Geburt bilde,

daß vorher nur ein unvollkommen entwickeltes „junges“ elastisches Gewebe vorhanden sei. *Bonheim*⁷ kommt zu dem Ergebnis: „Die Entwicklung des elastischen Gewebes in der Fetallunge beginnt mit dem 3. Monat und ist vollendet mit der Geburt. Ausführliche Untersuchungen liegen von *Teuffel*⁸ vor: Er zeigt in Übereinstimmung mit *Linser* und *Bonheim*, wie die Bildung des elastischen Gewebes in den Arterien und Venen im 3. Monat beginnt, im 4. Monat auf die Bronchien übergreift, und im 6. Monat schon an Bronchiolen und einzelnen Alveolen zu erkennen ist. S. 388: „Am Ende des 10. Monats ist die Fetalentwicklung abgeschlossen. Doch findet man nicht immer alle Alveolen schon ganz von Fasern umschlossen“.

Allerdings wird übereinstimmend von den meisten Untersuchern angegeben, daß die Entwicklung der elastischen Fasern nach der Geburt in beschleunigtem Tempo fortschreite, „zuweilen schon wenige Tage nach der Geburt, sicher aber schon 2—3 Wochen später lassen sich größere Fortschritte in der Entwicklung beobachten“ (*Teuffel*). Nirgends finden wir aber Angaben, daß die elastischen Fasern vor den ersten Atemzügen überhaupt noch nicht vorhanden oder färbbar seien. Selbst *Ottolenghi*⁹, der von *Boehmer* im Literaturverzeichnis erwähnt wird, spricht nur davon, daß sich in Lungen, die geatmet haben, die elastischen Fasern nach *Weigert* besser färben als vor der Atmung. Nur *Löschke*¹⁰ behauptet, allerdings ohne nähere Beweisführung, im Handbuch von *Henke-Lubarsch*, daß beim Neugeborenen die elastischen Fasern in den Alveolen noch fehlten. *Linser* hat aus den letzten Fetalmonaten kein Material von Totgeburten. Deshalb wohl seine eigenartige Schlußfolgerung, daß das elastische Gewebe vor der Geburt nicht als vollwertig anzusehen sei.

So liegt doch also eigentlich ein ausreichendes Untersuchungsmaterial über die elastischen Fasern in den Lungen während der Fetalentwicklung vor. Sollten alle diese Untersucher, die in ihren Ergebnissen im ganzen übereinstimmen, wenn sie auch in der Deutung hier und da abweichen, sich geirrt und etwas Falsches gesehen haben? Die Frage scheint mir doch wichtig genug, um sie noch einmal an einem etwas größeren Material nachzuprüfen. Es wurde also bei 24 Kindern eine genaue Untersuchung der Lungen auf elastische Fasern (Färbung mit Orcein und nach *Weigert*) vorgenommen. 6 dieser Kinder waren Totgeburten, 12 hatten kurze Zeit (bis zu einem Tage) und 6 mehr als einen Tag (bis zu höchstens 3 Wochen) gelebt. Das jüngste war 27,5 cm lang, 10 hatten eine Länge zwischen 30 und 40 cm, 8 eine solche zwischen 40 und 50 cm, der Rest war über 50 cm lang.

Das Ergebnis stimmt mit dem früherer anatomischer Untersucher so weitgehend überein, daß ich glaube, mich kurz fassen zu können. Schon bei 27,5 cm Länge waren in einzelnen Alveolen elastische Fasern angedeutet, aber sehr spärlich und entsprechend den Ergebnissen von *Linser* nur blaßblau gefärbt. Bis zu einer Länge von 40 cm waren sie noch recht unvollkommen ausgebildet, wenn auch regelmäßig nach-

zuweisen. Ein Unterschied zwischen den Frühgeburten, die gar nicht geatmet und solchen, die einige Stunden gelebt hatten, ist in diesen Stadien nicht nachzuweisen. Bei einem 40 cm langen Knaben, der 3 Tage gelebt hatte, waren sie allerdings relativ reichlich vorhanden (aber immer noch beträchtlich geringer als bei einer ausgetragenen Totgeburt!). Mit 40 cm Länge setzt eine gewisse Massenzunahme der elastischen Fasern ein, die natürlich nicht plötzlich eintritt, aber doch im ganzen sich bemerkbar macht. Dabei ist nicht zu vergessen, daß ein strenges Schema nicht aufgestellt werden kann, daß vielmehr Beginn und Tempo dieses Umschlags variieren. Bei Totgeburten von 49 und 53 cm sah ich trotz völliger Atelektase der Lungen die elastischen Fasern kräftig färbbar, in geschlossenen, leicht gewellten Bündeln (*Foerster*) angeordnet. Sie unterschieden sich in nichts von denen in Lungen, die einige Stunden geatmet hatten, und waren viel reichlicher als in Lungen von Frühgeburten zwischen 30 und 40 cm, die tagelang gelebt hatten.

Zum Beweise dafür müssen 4 Abb. ausreichen.

Abb. 1 zeigt das elastische System der Lunge einer 49 cm langen ♀ *Totgeburt* (S.N. 35/35) mit ziemlich starker Fruchtwasseraspiration: Elastische Fasern reichlich vorhanden.

Abb. 2 demgegenüber, bei gleicher Vergrößerung aufgenommen, das elastische Fasernetz einer 33 cm langen ♀ Frühgeburt, die 3 Tage lang gelebt hatte. (S.N. 245/35): Elastische Fasern spärlich.

Abb. 3. Das gleiche von einer 40 cm langen ♂ Frühgeburt, die nach wenigen Stunden wieder gestorben war (L. 129/35): Elastische Fasern spärlich.

Man sieht aus den Abbildungen, daß die Menge der elastischen Fasern nicht von der Beatmung, sondern von dem allgemeinen Entwicklungszustand des Feten abhängt. Es ist richtig, was *Bonheim* sagt: „Man kann aus der Anordnung und Stärke der elastischen Elemente in der Lunge bestimmte Rückschlüsse auf das Alter des betreffenden Fetus machen.“

Zugegeben ist allerdings, daß sich das Tempo der Entwicklung nach der Geburt ändert. Eine 16 Tage alte ♂ Frühgeburt von 43 cm Länge hatte mehr elastische Fasern als ihrer Länge entsprechen würde, bei einer 45 cm langen ♀ Frühgeburt, die 3 Wochen gelebt hatte (S.N. 74/35), war das besonders deutlich der Fall. Hier waren mindestens so reichliche elastische Fasern zu sehen, wie man sie sonst nur bei ausgetragenen Früchten findet (Abb. 4).

Alles dies sind natürlich nur Beispiele, die die Richtung der ganzen Entwicklung anzeigen. Man wird immer wieder Ausnahmen nach der einen oder anderen Seite hin finden. Niemals aber habe ich gesehen, daß wenige Atemzüge oder auch Stunden extrauterinen Lebens irgendeine deutliche Veränderung in der Färbbarkeit der elastischen Fasern verursacht. Das stimmt mit den Ergebnissen *Teuffels* überein, der aus-

drücklich betont, daß er bei Kindern, die bis zu einem Tag gelebt haben, keine Unterschiede gegenüber Totgeburten habe nachweisen können. Auch darin gebe ich *Teuffel* recht, daß das postembryonale Tempo der Weiterentwicklung des elastischen Gewebes bei Frühgeburten langsamer zu sein scheint als bei ausgetragenen Feten.

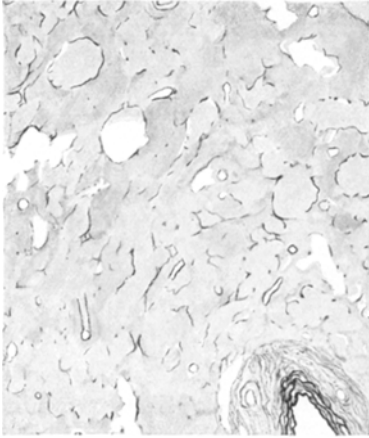


Abb. 1. Totgeburt 49 cm. Fruchtwasseraspiration. Reichlich elastische Fasern (35/35).

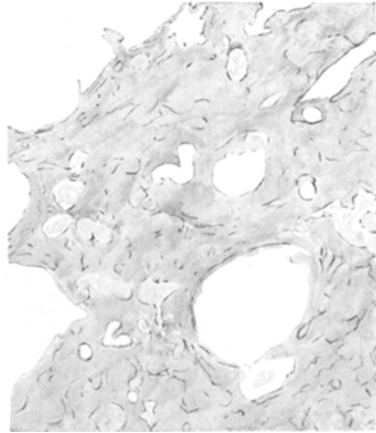


Abb. 2. Frühgeburt 33 cm. 3 Tage gelebt, spärliche elastische Fasern (245/35).

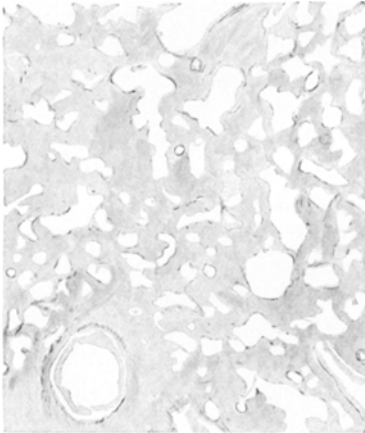


Abb. 3. Frühgeburt 40 cm. Wenige Stunden gelebt, spärliche elastische Fasern (129/35).

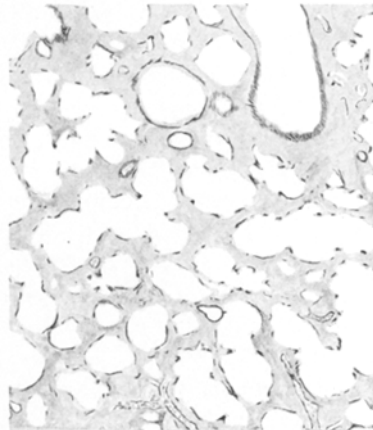


Abb. 4. Frühgeburt 45 cm. 3 Wochen gelebt, reichlich elastische Fasern (745/35).

Ich komme also zunächst einmal zu dem *Ergebnis*, daß wohl (entsprechend den Untersuchungen *Foersters*) aus der *Verlaufsform* und *Anordnung* der elastischen Fasern beim *Neugeborenen* gewisse Rückschlüsse auf extrauterine Atmung berechtigt sind, daß aber das Mengenverhältnis solche Rückschlüsse nicht zuläßt. Die Menge der elastischen

Fasern ist beim *Neugeborenen* in erster Linie von seinem gesamten Entwicklungszustand abhängig.

Muß nicht aber dieser Entwicklungszustand der elastischen Fasern in der Lunge von größter Bedeutung für den ganzen Atmungsprozeß sein? Die Ausatmung ist überwiegend eine Funktion der elastischen Kräfte, also der elastischen Vollkommenheit der Lungenbläschen. Ist diese im späteren Alter gestört, so entsteht das Lungenemphysem. Muß nicht auch die ungenügende Entwicklung bei Frühgeburten zu bedenklichen Atemstörungen führen? Muß nicht auch hier die Gefahr der Lungenblähung entstehen? *Bernstein*¹³ hat darauf aufmerksam gemacht, daß die Lunge des Neugeborenen bei Eröffnung des Thorax nicht collabiere. *Graeper*¹¹ schreibt im Handbuch der Anatomie des Kindesalters, daß *Herrmann* und *Zeltner* die gleichen Beobachtungen gemacht haben, und fügt hinzu: „Diese Angabe wird oft bestritten, aber auch ich habe namentlich bei Kindern nach der zweiten Lebenswoche emphysematös geblähte Lungen öfters gesehen“ (S. 306). Sollte es sich nicht bei diesen Lungen um Organe handeln, deren elastische Fasern noch unvollkommen entwickelt sind, die daher die notwendige Zusammenziehungsfähigkeit nicht besitzen? „Das Zusammenziehen des Lungengewebes ist vielmehr auf seine elastischen Kräfte zurückzuführen. Je größer diese sind, um so mehr werden sie sich auswirken. Sind sie gering, dann wird das Zusammenfallen der Lunge mehr oder weniger ausbleiben (*Abderhalden*¹², Lehrbuch der Physiologie Bd. 2). Es muß also zweifellos mit dem Auftreten einer Lungenblähung beim Neugeborenen gerechnet werden, wenn der Ausbildungszustand der elastischen Fasern noch nicht ausreicht, um die inspiratorische Dehnung auszugleichen, besonders wenn vielleicht noch durch Aspiration von fremdem Inhalt erhöhte Ansprüche an die Alveolarwände gestellt werden. Da die Ausbildung der elastischen Fasern bei *Frühgeburten* besonders schlecht ist, können sich bei ihnen besonders leicht *Störungen der Atmung und Blähung der Lungenbläschen einstellen*.

Schließlich muß noch mit einem Wort die Frage gestreift werden, welche Bedeutung die elastischen Fasern in den Lungenalveolen während des intrauterinen Lebens haben könnten. Wir sind doch im ganzen gewohnt, sie nur dort entstehen zu sehen, wo bereits eine elastische Beanspruchung des Gewebes vorliegt, und sehen auch im extrauterinen Leben die beschleunigte Entwicklung der elastischen Faser in der Lunge dann auftreten, wenn die Beanspruchung durch die Atmung sich geltend macht. Können wir aus dem Vorhandensein der elastischen Fasern in den letzten Monaten der Fetalzeit etwa Schlüsse in der Richtung ziehen, daß hier schon eine Beanspruchung vorliegt, die der späteren Atmung entsprechend ist? Das würde heißen, die *Frage der intrauterinen Atmung* aufwerfen. Nachdem eine solche schon von *Winslow*

nach Beobachtungen an eröffneten schwangeren Uteri von Tieren bei Schonung der Eihäute beobachtet war (eine Beobachtung, die aber offenbar in Vergessenheit geriet), machte *Ahlfeld*¹⁴ 1888 erneut auf rhythmische Bewegungen am Leibe der Mutter aufmerksam, die als Atembewegungen der Frucht gedeutet wurden. Während diese Schlußfolgerungen im allgemeinen wenig Zustimmung fanden, weil man die beobachteten Bewegungen als fortgeleitete Aortenpulswellen deutete (*Ohlshausen*¹⁵, *Straßmann*¹⁶, *Fromme*¹⁷ u. a.) hat *Reifferscheid*¹⁸ 1911 erneut mit sorgfältigen Kurvenaufnahmen am Kymographion solche Bewegungen aufgezeichnet und ihre auffallende Ähnlichkeit mit den Atembewegungen des neugeborenen Kindes konstatiert. Wenn auch *Merkel*¹⁹ im Handbuch der pathologischen Anatomie des Kindesalters von *Brünig* und *Schwalbe* an der Lehre der fetalen Apnoe festhält, so ist *G. Bayer*²⁰ (Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie II, 1925) doch der Ansicht, daß an dem Bestehen fetaler Atembewegungen kaum zu zweifeln ist. Auch *Merkel* muß zugeben, daß man nach Untersuchungen von *Ahlfeld* und *Haberda* auch bei vollständig glatt geborenen Früchten Fruchtwasser in Trachea, ja sogar in den Alveolen der Lungen finden kann. Vielleicht sind also in diesen unvollkommenen Atembewegungen, die zu geringen Dehnungen der Lungenbläschen führen, diejenigen Kräfte zu suchen, die die Ausbildung der elastischen Fasern herbeiführen und dadurch die Lunge auf ihre wichtige Funktion im extrauterinen Leben vorbereiten.

Literaturverzeichnis.

- ¹ *Boehmer*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **20**, H. 5/6 (1933). — ² *Foerster*, Dtsch. Z. gerichtl. Med. **18**, 507 (1932) u. **20**, 420 (1933). — ³ *Oppel*, Lehrbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie **6** (1905). — ⁴ *Köstlin*, Griesingers Arch. f. physiol. Heilkunde **1849**. — ⁵ *Lenzi*, Monit. zool. ital. **9** (1898) u. **11** (1900). — ⁶ *Linser*, Anat. H. **1900**, H. 42/43, 307. — ⁷ *Bonheim*, Jb. Hamb. Staatskrank.-Anst. **7** (1899/1900). — ⁸ *Teuffel*, Arch. f. Anat. **1902**, 377. — ⁹ *Ottolenghi*, Vjschr. gerichtl. Med. III. F. **26**, 47 (1903). — ¹⁰ *Löschcke*, Henke-Lubarsch **3 I**, 612. — ¹¹ *Graeper*, Handbuch der Anatomie des Kindesalters **1** (1928). — ¹² *Abderhalden*, Lehrbuch der Physiologie **2** (1925). — ¹³ Siehe *Hoerber*, Lehrbuch der Physiologie. 3. Aufl. **1922**. — ¹⁴ *Ahlfeld*, Verh. dtsh. Ges. Gynäk. **1888**. — ¹⁵ *Ohlshausen*, Berl. klin. Wschr. **1894**, Nr 45. — ¹⁶ *Straßmann*, Samml. klin. Vortr. **1903**, Nr 353. — ¹⁷ *Fromme*, Mschr. Geburtsh. **32** (1910). — ¹⁸ *Reifferscheid*, Pflügers Arch. **140**, 1 (1911). — ¹⁹ *Merkel*, Handbuch der pathologischen Anatomie des Kindesalters (*Brünig* u. *Schwalbe*) **1 II**, 908 (1914). — ²⁰ *Bayer*, Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie **2** (1925).