

(Aus dem gerichtlich-medizinischen Institut der Universität in Kopenhagen  
[Vorstand: Prof. V. Ellermann].)

## Luftleere Lungen bei Kindern, die geatmet haben.

Von  
M. Fenger.

Mit 3 Textabbildungen.

Die wenigen Fehlerquellen, mit denen die Lungenprobe behaftet ist, spielen bekanntlich eine große Rolle insofern, als diese Untersuchung eines unserer wichtigsten Hilfsmittel bei der gerichtlichen Beurteilung in Fragen von Kindesmord und heimlicher Geburt ist. Eine ganz besondere Bedeutung bekommen diese Fehlerquellen aber in einer Rechtspflege, die wie die dänische das Geschworenensystem anwendet, weil ein geschickter Verteidiger sie so sehr in den Vordergrund des Bewußtseins der Geschworenen zu drängen vermag, daß ihr Vertrauen zu dem Wert des ärztlichen Gutachtens verringert wird.

Jede Untersuchung, die die Tragweite dieser Fehlerquellen vermindert, hat daher praktisches Interesse. Da ich meine, daß es mir gelungen ist, eine dieser Fehlerquellen auszuschneiden, möchte ich das Resultat meiner diesbezüglichen Untersuchungen mitteilen.

Es handelt sich um die luftleeren Lungen von Kindern, die geatmet haben.

*Zeller* hat 1691 darauf aufmerksam gemacht, daß man zuweilen bei Kindern, die erwiesenerweise längere Zeit geatmet hatten, auf dem Sektionstisch luftleere Lungen findet, und seine Beobachtung ist im folgenden Jahrhundert von *Heister*, *Loder*, *Bohn*, *Mauchart* u. a. bestätigt worden. Aber erst als *Maschka* 1862 eine Arbeit veröffentlichte, in welcher er, auf einen eigenen Fall gestützt, das Phänomen zu erklären versuchte, wurde das Interesse für die Frage allgemeiner, und die veröffentlichten Fälle zahlreicher. 1862 teilte *Maschka* einen weiteren Fall mit und entwickelte näher die Erklärung, die er für die richtige hielt. In beiden Fällen handelte es sich um Kinder, die, obgleich sie sicherlich gelebt, jedoch nur eine *vita minima* gefristet hatten.

Auch in dem von *Maschka* zitierten Falle von *Schmitt* soll das 7—8 Monate alte Kind 24 Stunden gelebt haben, ohne daß man Luft in den Lungen nachweisen konnte.

Als Erklärung dieser Fälle stellte *Maschka* den Satz auf, dem später von z. B. *Erman*, *Pellacani* und *Bardinet* beigetreten wurde, daß neugeborene Kinder viele Stunden leben können, ohne zu atmen; er meint also, daß überhaupt keine Luft in die Lungen hereingekommen ist, und die Ursache davon sollte entweder Ver-

stopfung der Respirationswege oder Schwäche der Inspirationsmuskeln sein. Daß das Kind in dem einen Fall gewimmert hat, macht ihm keine Schwierigkeit. Er meint nämlich von der Laryngologie Beispiele zu haben, daß es möglich ist, ein Wimmern ohne Beteiligung des Kehlkopfs hervorzubringen, z. B. bei *Obliteratio rimae glottidis completa*. Dies ist jedoch sicherlich unrichtig, denn die Laute, die hervorgebracht werden können, ohne daß die Luft den Schlundkopf passiert, sind alle absolut aphonisch, was nicht der Fall sein kann bei dem Laut, der von der Mutter als Wimmern bezeichnet wird. Außerdem ist *Maschka* eine Erklärung dafür schuldig geblieben, wie das Kind das Leben 24 Stunden lang ohne jeden respiratorischen Stoffwechsel aufrecht erhalten konnte. Daß dies möglich sei, ist eine Behauptung, mit der man sich nur begnügen kann, wenn sich keine Tatsachen dagegen anführen lassen. Solche Tatsachen sind aber vorhanden. Wenn man nämlich manchmal Kinder — sowohl ausgetragene als nicht ausgetragene — in den ersten Minuten nach der Geburt sterben sieht, ohne daß sich anderes Abnormes als eine Verstopfung der Respirationswege mit aspirierten Massen nachweisen läßt, so spricht dies entschieden dagegen, daß Kinder imstande sein sollten, einen ganzen Tag oder mehr ohne Respiration zu leben.

Dies wird auch von späteren Verfassern geltend gemacht (*Thomas, Schröder, Ungar*), und da diese zu unseren physiologischen Kenntnissen besser stimmende Erklärungen aufgestellt haben, ist es gewiß berechtigt, *Maschkas* Erklärung als irrig zu betrachten, jedenfalls dort, wo es sich um Kinder handelt, die viele Stunden gelebt haben. Es unterliegt dagegen keinem Zweifel, daß *Maschkas* Theorie für die Fälle zutrifft, in denen ein nicht ausgetragenes Kind nur einige wenige Minuten gelebt hat ohne andere Lebenszeichen zu geben als Bewegungen mit den Extremitäten und vielleicht ein Schnappen nach Luft (z. B. *Glöckners* 3 Fälle, in welchen es sich um Früchte der 13.—19. Woche handelt). *Bossi* hat gezeigt, daß das apnoische Stadium, mit welchem beinahe jedes Kind seine extrauterine Existenz anfängt, bis zu 150 Sekunden dauern kann; und es ist eine wohlbekannte Sache, daß man oft Früchte ein paarmal nach Luft schnappen sieht, ohne daß Luft dadurch in die Lungen hineinkommt, weil die Muskelkraft zu schwach ist, um den weichen Brustkorb auszudehnen und den Widerstand der fötalen Alveolen und Bronchien gegen das Eindringen von Luft zu überwinden (*Hermann und Keller*). Alle diese Fälle kann man ausscheiden; sie sind es nicht, die der Erklärung Schwierigkeiten verursachen. Die Schwierigkeit erscheint aber dann, wenn das Kind 24—36 Stunden gelebt hat, und besonders, wenn es keine *vita minima* gelebt, sondern geschrien hat, so daß man es durch mehrere Zimmer hören konnte, — und man dann bei der Sektion die Lungen luftleer findet. Daß dies vorkommen kann, ist ganz zweifellos; zahlreiche Fälle sind mitgeteilt worden, bei welchen mehrere glaubwürdige Zeugen, u. a. auch Ärzte, das Schreien des Kindes gehört haben und es mehrere Stunden regelmäßig atmen gesehen haben, und in denen die Lungen doch luftleer gefunden wurden.

Einige der best beobachteten dieser Fälle sind die von *Thomas, Budin, Olshausen* und *Pistor, Schmorl, Richter, Ahlfeldt*.

*Harbütz* teilt 8 Fälle mit:

1	hatte	$\frac{1}{2}$	Stunde	gelebt;	Entwicklungsgrad:	43 cm,	1700 g,
1	„	3	Stunden	gelebt;	„	40 cm,	1700 g,
1	„	2	„	„	„	32 Wochen,	
1	„	3	„	„	„	30—32 Wochen,	
1	„	5	„	„	„	34—36 Wochen,	
1	„	8	„	„	„	28 Wochen,	
1	„	$8\frac{1}{2}$	„	„	„	32—34 Wochen,	
1	„	19	„	„	„	30 Wochen.	

In allen diesen Fällen waren die Lungen luftleer, in den letzten 4 aber konnte man wenig schaumige Flüssigkeit durch die Bronchien ausdrücken. In einem 9. Fall konnte man mikroskopisch Luft in einigen Alveolen nachweisen; mit bloßen Augen betrachtet waren die Lungen aber luftleer.

Ferner kann ich die folgenden Fälle mitteilen, von denen der erste von dem pathologischen Institut des Bispebjerg Hospitals stammt, während die übrigen von den Geburtsabteilungen des Reichshospitals herrühren.

1. Am 19. I. 1918, 6 Uhr 10 Min. vormittags gebar ein im Hospital liegendes Weib, das wegen Pneumonie aufgenommen war, einen lebenden Knaben; das Kind wog 1400 g und war vermutlich um 2 Monate zu früh geboren. Es schrie, atmete regelmäßig und war im ganzen so rege, daß die Krankenpflegerin glaubte, es hätte leben können. Es war jedoch die ganze Zeit leicht cyanotisch und konnte nicht warm werden. Es starb am 20. I. 1918 5 $\frac{1}{2}$  vormittags. Bei der Sektion wurde im ganzen Darmkanal Luft gefunden, Colon descendens und Rectum ausgenommen, welche mit Meconium gefüllt waren. Die Lungen waren vollständig luftleer, von bräunlich-roter Farbe und leberartiger Konsistenz. Die Oberfläche glatt. Es gelang nicht, schwimmfähige Partien nachzuweisen. Die Sektion wurde ausgeführt von Dr. med. *Jørgensen*, der als mehrjähriger Assistent am gerichtsmmedizinischen Institut der Universität zahlreiche gerichtliche Sektionen von neugeborenen Kindern gemacht hatte. (Die Lungen wurden nicht mit der Lupe untersucht, weil eine solche nicht vorhanden war, und sie wurden auch nicht mikroskopiert.)

2. 197/B/14: (1200 g — 47 cm) hat 1 Stunde gelebt.

3. 244/A/14: (1550 g — 40 cm) hat 5 $\frac{1}{2}$  Stunde gelebt.

4. 642/A/14: (1250 g — 42 cm) hat 3 $\frac{3}{4}$  Stunde gelebt.

5. 719/A/14: (1850 g — 43 cm) hat 1 $\frac{3}{4}$  Stunde gelebt.

6. 1126/B/14: (1850 g — 44 cm) hat 6 Stunden gelebt, war aber sehr schlaff und cyanotisch.

7. 1466/B/14: (1750 g — 47 cm) hat 1 Stunde gelebt, war scheinbar im dritten Grade, wurde aber zum Schreien gebracht.

8. 160/B/15: (2200 g — 47 cm) durch Bad, Schleimansaugung und Schwingungen belebt, trank ganz gut, war aber schlaff und schwach; hat 26 $\frac{1}{2}$  Stunden gelebt. — Sektionsdiagnose: Syphilis congenita.

9. 533/B/15: (2100 g — 47 cm) war bei dem Krankenbesuch cyanotisch und übergab sich; hat 31 $\frac{1}{2}$  Stunden gelebt.

10. 576/A/15: (1750 g — 45 cm) durch Bad, Ansaugung, Einblasen und Schwingungen belebt; wimmerte und bewegte sich ganz wenig. Hat 1 $\frac{1}{2}$  Stunde gelebt.

11. 639/B/15: (1700 g — 43 cm) hat 4 Stunden gelebt. Sektion: Die Lungen enthalten wohl überall Luft, doch nur in einem so geringen Grade, daß selbst ganz kleine Stücke in Wasser untersinken.

12. 998/B/15: (1450 g — 41 cm) wurde im Freien geboren und als lebendig angegeben; es ist aber nicht erwähnt wie lange es gelebt hat.

13. 1409/B/15: (850 g — 32 cm) hat 4 $\frac{1}{3}$  Stunden gelebt. Sektionsdiagnose: Syphilis congenita.

14. 54/B/16: (750 g — 35 cm) hat 1 Stunde gelebt.

15. 148/A/16: (1350 g — 41 cm). B-Zwilling, hat 4 Stunden gelebt.

16. 322/B/16: (1100 g — 40 cm) hat 2 Stunden gelebt. Sektion: Die Lungen enthalten möglicherweise etwas Luft, sinken aber stückweise im Wasser unter.

17. 334/B/16: (1250 g — 39 cm), hat 1 Stunde gelebt.
18. 470/B/16: (1250 g — 44 cm), hat 1 $\frac{1}{2}$  Stunde gelebt.
19. 1005/A/16: (1450 g — 42 cm) hat 4 $\frac{1}{2}$  Stunden gelebt.
20. 1284/A/16: (950 g — 38 cm) hat 1 Stunde gelebt.
21. 1302/A/16: (2050 g — 46 cm) hat 8 Stunden gelebt und recht gut geschrien. Sektion: In den Därmen wurde eine geringe Menge Luft gefunden.
22. 1500/B/16: (900 g — 38 cm) hat 2 Stunden gelebt.
23. 1498/B/16: (1650 g — 42 cm) hat 1 Stunde gelebt.
24. 1615/B/16: (1700 g — 46 cm) war gleich ganz munter, kollabiert aber während der Unterbindung der Nabelschnur und stirbt während der Wiederbelebungsversuche; hat 1 $\frac{1}{2}$  Stunde gelebt.

Wo Anderes nicht angeführt ist, wurden die Lungen in diesen Fällen bei der Sektion völlig luftleer gefunden. Da die Kinder alle von den Ärzten oder Hebammen der Geburtsabteilung beobachtet sind, so ist man berechtigt zu sagen, daß sie alle geatmet und also wirklich gelebt haben.

Die Sektionen sind von den Prosektoren des Reichshospitals ausgeführt.

Weitere Fälle sind von *Bohn, Mauchard, Osiander, Orfila, Taylor, Ouwrad, Necker, Ermann, Brefeld, Kramer* u. a. mitgeteilt. Es muß deshalb als festgestellt betrachtet werden, daß solche Fälle vorkommen, obwohl sie selten sind. *Brouardel* z. B. hat in seiner vieljährigen Wirksamkeit als Gerichtsarzt nur einen einzigen Fall gesehen. Sämtlichen Fällen ist es gemein, teils, daß die Kinder nicht ausgetragen waren, teils, daß die Agone langwierig war. Die Kinder lagen, insofern die Agone beobachtet werden konnte, längere Zeit scheinbar leblos: nur der schwache Herzschlag verriet bei näherer Untersuchung das Bestehen des Lebens.

Während es in den von *Maschka* referierten Fällen nicht als bewiesen betrachtet werden konnte, daß das Kind wirklich geatmet hatte und also auch nicht, daß Luft in den Lungen gewesen war, bevor das Kind starb, sind viele von den später erwähnten Fällen dadurch ausgezeichnet, daß regelmäßige Atmung von dem Arzte selbst genau beobachtet ist. Daß dies, wie erwähnt, *Maschkas* Theorie vollständig umstoßen muß, weil regelmäßige Respiration mit Sicherheit zur Luftfüllung der Lungen führen muß, erkannte schon *Thomas*, welcher der erste war, der einen solchen Fall mitteilen konnte, in dem Respiration nachweislich stattgefunden hatte. Er versuchte deshalb eine bessere Erklärung zu geben. Sie geht darauf hinaus, daß, wenn die Kinder gegen die Agone schwächer werden, die Kraft ihrer Atemmuskeln abnimmt, wodurch die Inspirationen immer kleiner werden. Dies soll dagegen nicht von den Expirationen gelten, weil sie einen ganz passiven Akt darstellen, von der elastischen Kraft der Lungen herrührend. Sie macht sich mit unveränderter Stärke geltend, und da stets dieselbe

Luftmenge bei der Expiration entleert wird, unabhängig davon, daß die inspirierte Menge abnimmt, sollten die Lungen allmählich luftleer werden.

Diese Theorie hat keinen geringen Anklang gefunden und wird noch z. B. von *Nikitin*, *Harbitz* und *Seydel* vertreten, insofern daß sie meinen, daß jedenfalls ein Teil der Luft auf diese Weise entfernt wird. Sie wird dagegen von *Ungar* verworfen. Er sagt nämlich, daß wenn sie richtig wäre, man luftleere Lungen bei Kindern, die geatmet haben, in mehr Fällen finden müßte, als es jetzt der Fall ist; denn die Agone eines neugeborenen Kindes ist beinahe immer langwierig, und während dieser sind die Respirationsbewegungen schwach und selten.

*Ungars* Einwand ist jedoch nicht überzeugend, ich will aber hierauf nicht näher eingehen, bevor ich *Ungars* eigene Erklärung besprochen habe.

Er geht von zwei Umständen aus. Der erste Umstand ist, daß es sich in diesen Fällen immer um unreife Kinder handelt, die mehr als 4 Wochen zu früh geboren sind. *Bardinet*, *Pflüger* und *Bert* haben gezeigt, daß diese Kinder Sauerstoffmangel gegenüber äußerst resistent sind. Ihre Zirkulation kann mittels außerordentlich geringer Mengen von Sauerstoff im Gange gehalten werden, besonders falls die umgebende Temperatur niedrig ist, weil der Sauerstoffumsatz in diesem Falle sehr gering ist. Ihre Resistenz ist um so größer, je näher sie dem 6. Schwangerschaftsmonat sind. Der zweite von *Ungar* betonte Umstand ist die von *Traube* festgestellte Tatsache, daß nach Verschuß eines Bronchus der dazu gehörige Lungenabschnitt bald luftleer wird, weil das zirkulierende Blut die in den Alveolen vorhandene Luft resorbiert. Da nämlich der Sauerstoff beinahe augenblicklich aus den abgeschlossenen Alveolen verschwinden wird, steigt der Partialdruck der Kohlensäure und des Stickstoffes an, so daß er höher wird als der Partialdruck derselben Luftarten in dem Teil der Alveolen, der noch mit der Atmosphäre in Verbindung ist. Das Blut nimmt deshalb in den abgeschlossenen Abschnitten stets eine der Partialdruckerhöhung entsprechende Luftmenge auf, die dann in dem noch funktionierenden Teil der Lunge abgegeben wird.

Auf diese beiden Momente, die resorbierende Fähigkeit des zirkulierenden Blutes und den geringeren Sauerstoffverbrauch der unreifen Kinder stützt *Ungar* die Theorie, daß das Blut die in den Lungen vorhandene Luftmenge in dem Zeitraum zwischen dem Aufhören der Atmung und dem Herzstillstand resorbiert. Wegen ihres minimalen Sauerstoffumsatzes sollen diese Kinder nämlich den Atmungsstillstand überleben können, indem sie sich mit dem Sauerstoff begnügen, der vom Blute aus der in den Lungen zurückgebliebenen Luft resorbiert wird. *Ungar* versucht dies mit folgenden Versuchen zu beweisen. Er ließ einige neugeborene Kaninchen einige Zeit reinen Sauerstoff einatmen. Bei einigen von ihnen wurde dann die Luftröhre unterbunden, während der Thorax in Expirationsstellung war. Bei der Sektion am nächsten Morgen waren die Lungen durchaus luftleer. Anderen wurden 0,1—1,3 cm einer 1 proz. Curarelösung subcutan injiziert, so daß die Respiration im Verlaufe von ca. 20 Minuten stockte, und die Tiere erstickten. Bei der Sektion 16 Stunden nachher wurden die Lungen beinahe luftleer gefunden; nur in einzelnen kleinen Partien waren die Alveolen noch lufthaltig. Hierdurch war nach *Ungars* Meinung bewiesen, daß der Sauerstoff in der Agone vom zirkulierenden Blute resorbiert werden kann. Es verursachte ihm dagegen einige Schwierigkeit, dasselbe für die atmosphärische Luft zu zeigen. Die Curari-

sierung war nicht genügend, und *Ungar* führte deswegen die Versuche folgendermaßen aus: Bei einem trächtigen Kaninchen wurde der Uterus am 28. Schwangerschaftstag geöffnet. Er enthielt 6 Föten, die herausgenommen wurden, und die kräftig und regelmäßig atmeten; zwei von diesen wurden als Kontrolltiere verwendet, indem ihr Thorax 10 Minuten später geöffnet wurde; die Lungen waren überall lufthaltig. Bei den 4 anderen wurde das Abdomen im Laufe von ca.  $\frac{1}{2}$  Stunde mit Heftpflasterstreifen zusammengeschnürt, was eine bedeutende Dyspnoe zur Folge hatte.  $1\frac{1}{2}$  Stunden nach dem Anbringen des ersten Heftpflasterstreifens wurde bei zweien auch der Thorax zusammengeschnürt, während die beiden anderen eine Curareinjektion bekamen und  $\frac{1}{2}$  Stunde später noch eine Curareinjektion. Bei dem einen dieser beiden letzten Tiere konnten Bewegungen ca. 1 Stunde nach der Injektion noch bemerkt werden, das andere starb schneller. Bei diesem und bei den beiden, deren Thorax eingeschnürt war, wurde ziemlich reichlich Luft in den Lungen gefunden, wogegen bei dem curarisierten, das länger gelebt hatte, Luft nur in einer erbsengroßen Partie der einen Lunge gefunden wurde, der übrige Teil des Lungengewebes jedoch durchaus luftleer war. Hierdurch, meinte *Ungar*, sei es festgestellt, daß die Luft von der Lunge vollständig resorbiert werden kann. Dem kleinen Rest von Luft, der in seinem besten Fall noch übrig war, schreibt er keine Bedeutung bei, indem er meint, daß er davon herrührt, daß der Versuch hinsichtlich der allmählichen Unterbrechung der Respiration und der passenden Unreife des Versuchstieres unter Bedingungen ausgeführt ist, die nicht so günstig sind, wie die von der Natur selber beim Neugeborenen geschaffenen. Wenn ein so großer Teil der Luft wie in dem obenerwähnten Fall resorbiert werden kann, würde es, meint *Ungar*, ebensogut mit der ganzen Luft geschehen können, wenn nur die Agone genügend lang ist.

Als Erklärung dafür, wie die Resorption vor sich geht, führt *Ungar* folgende Theorie an, die von *Lichtheim* für die obenerwähnte Resorption in abgeschlossenen Lungenabschnitten aufgestellt ist: Wenn die Respiration aufgehört hat, findet sich in den Alveolen ein Luftgemisch aus Sauerstoff, Kohlensäure und Stickstoff. Da die Zirkulation in der Lunge andauert, wird immer Kohlensäure an die Alveolenluft abgegeben, deren Kohlensäurepartialdruck deswegen steigt bis Gleichgewicht zwischen dem Kohlensäuredruck des Blutes und der Alveolenluft besteht, während der Sauerstoff und — viel langsamer — der Stickstoff ins Blut aufgenommen werden. Dadurch steigt wieder der Partialdruck der Kohlensäure und diese wird vom Blute resorbiert bis wieder Gleichgewicht eintritt. „Da nun der Sauerstoff unabhängig von den Absorptionsgesetzen resorbiert wird, so sinkt sein Partialdruck immer, während derjenige der anderen Luftarten steigt, und zwar der des Stickstoffes wegen seines niedrigeren Absorptionskoeffizienten jähher als der der Kohlensäure. Wenn der Partialdruck des Sauerstoffes in der Lunge bis zum Werte der Sauerstoffspannung in den roten Blutkörperchen in den Capillaren gesunken ist, hört die Sauerstoffabsorption auf und fängt erst wieder an, wenn der Partialdruck des Sauerstoffes dadurch gestiegen ist, daß die anderen Luftarten resorbiert sind.“

Es muß aber, damit dies geschehen kann, etwas sein, das den Raum im Thorax ausfüllen kann, der dadurch frei wird, daß die Lungen während der Resorption im Umfang verkleinert werden. Dieser Raum wird nach *Ungars* Meinung derart ausgefüllt, daß die weichen Thoraxwände des Kindes nachgeben und gegen das Mediastinum mitgezogen werden. Es wäre vielleicht natürlicher anzunehmen, daß es namentlich das Zwerchfell ist, das nachgibt, weil dasselbe ja viel beweglicher als die knorpelige Thoraxwand ist.

Nach *Ungars* Erklärung sind die Lungen des Kindes also vollständig luftleer, wenn der Tod eintritt. Diese auf außerordentlich

schöne Versuche gestützte Erklärung hat sehr großen Anklang gefunden. Es ist aber zweifellos, daß *Brouardel*, der zu den wenigen gehört, die unbedingt *Ungars* Theorie verwerfen, Recht hat, wenn er behauptet, daß die physiologische Erklärung, auf welcher *Ungar* seine Theorie aufbaut, unrichtig ist. Wenn er aber nicht imstande gewesen ist zu verhindern, daß die meisten anderen Schriftsteller sich *Ungar* anschlossen, entweder ganz rückhaltslos oder mit Vorbehalt, z. B. wie *Seydel*, *Nikitin* und *Harbitz*, die *Ungars* Erklärung nicht als erschöpfend betrachten, sondern sie von der *Thomasschen* ergänzt wissen wollen, ist der Grund gewiß der, daß *Brouardel* nicht die geringste Begründung seiner Behauptung gebracht hat und — was vielleicht das Wichtigste ist — keine bessere Erklärung gegeben hat, die die *Ungarsche* ersetzen könnte. *Brouardel* sagt ganz kurz: „Daß der Sauerstoff resorbiert werden kann, das verstehe ich, die Kohlensäure und der Stickstoff aber —?“

Mir scheint es am wahrscheinlichsten, daß *Brouardel* Recht hat. Ich glaube, daß *Ungars* Theorie nicht ganz richtig ist, weil gewichtige Einwände sowohl gegen die Ausführung der Versuche als gegen die Erklärung der Phänomene erhoben werden können. Die Erklärung des ganzen Verhältnisses: luftleere Lungen bei Kindern, die geatmet haben, ist meiner Meinung nach eine etwas andere als von *Ungar* angenommen.

Was nun *Ungars* Versuche betrifft, so bedeuten diejenigen, welche mit Sauerstoff angestellt sind, ja nicht viel. Erstens gibt es die Möglichkeit, daß der Sauerstoff nicht ganz resorbiert ist, wenn das Tier stirbt. Der Grund dafür, daß dieser Sauerstoff nicht bei der Sektion gefunden wird, kann der sein, daß er im Blute und in den Geweben absorbiert worden ist während der Stunden (16), die in den Versuchen zwischen dem Eintritt des Todes und der Ausführung der Sektion vergangen sind. Aber selbst wenn dieser Einwand unrichtig ist, muß behauptet werden, daß die Schwierigkeit bei *Ungars* Theorie überhaupt nicht in der Absorption des Sauerstoffes liegt, sondern in der Erklärung, wie der Stickstoff verschwindet. Der Stickstoff macht ja  $\frac{4}{5}$  der Alveolenluft aus, und ist deshalb der Teil, der in erster Linie entfernt werden muß, damit die Alveole luftleer oder beinahe luftleer werden kann.

Ferner kann man gegen seine späteren Versuche einwenden, daß er solche Bedingungen für die Entfernung der Luft schafft, wie sie bei den Kindern nicht vorkommen. Es ist gleich auffällig, daß die Versuche vollständig mißlingen, wenn er allein Curare braucht. *Ungar* deutet dies so, daß Curare keine genügend langsame und abgestufte Abnahme der Respirationsbewegungen verursacht; er versucht deshalb eine solche zu erreichen durch Umschnürung des Abdomens mit Heftpflasterstreifen. Dadurch bekommt er vielleicht die gewünschte

Wirkung mit Bezug auf die Respirationsbewegungen, aber es werden auch Veränderungen hervorgerufen, die im höchsten Grade den Wert der Versuche verringern. Bei der von den Streifen ausgeübten Kompression des Unterleibes wird nämlich das Zwerchfell in den Thorax hinaufgeschoben, und die Folge davon ist nach *Ungars* eigenen Angaben eine bedeutende Dyspnoe. Die Tiere sind also der Erstickung nahe und reagieren deshalb damit, daß sie ihren Thorax ad maximum ausdehnen. Nun kann zweierlei geschehen: Entweder wird ein Teil der Luft trotz der Thoraxdehnung aus den Alveolen großer Teile der Lungen herausgetrieben, weil das hochgedrängte Zwerchfell die Lunge einfach komprimiert, — in diesem Falle ist das Versuchsergebnis am ehesten eine Bekräftigung der *Thomasschen* Theorie — oder der Rauminhalt der Lungen bleibt unverändert, die Ausdehnung in der Quere ersetzt also die Verkürzung in der Länge. In diesem Fall aber steht der Thorax, wenn das Tier stirbt, nicht wie bei den Kindern in Expirationsstellung, sondern näher der Inspirationsstellung, was einigermaßen die Resorption der Luft wird begünstigen können. Eine der Schwierigkeiten, der die Resorption begegnet, ist nämlich die, daß irgend etwas den leeren Raum im Thorax, der bei dem Verschwinden der Luft entstehen würde, ersetzen muß. *Ungar* nimmt, wie erwähnt, an, daß die Thoraxwand des Neugeborenen so nachgiebig ist, daß die sich retrahierende Lunge sie mit hereinziehen kann. In diesem Falle aber ist der Druck, den die elastische Lunge auf die Alveolenluft ausübt, und der bei der Resorption mitwirken kann, nicht gleich der ganzen elastischen Kraft der Lunge (etwa 6 mm Hg.), sondern nur gleich der Differenz zwischen dieser und der auswärts wirkenden Kraft des Thorax, die sicherlich beinahe Null ist. Ist dagegen der Thorax, wenn die Respiration aufhört, über seine Ruhestellung ausgedehnt, so wie es in *Ungars* Versuchen der Fall ist, so wird seine auswärts wirkende Kraft von einer nach innen gerichteten ersetzt, und da nun die elastischen Kräfte der Lunge und des Thorax in derselben Richtung arbeiten, muß der Druck auf die Alveolenluft zunehmen, die Resorption also begünstigt werden.

Man könnte sich denken, daß dieser Überdruck die Luft aus den Alveolen bis zur Luftleere herauspreßt. Diese Möglichkeit ist aber ausgeschlossen, weil die feinen Bronchien während des Zusammensinkens der Lungen zusammenklappen und das Entweichen der Luft verhindern. *Gerlach* hat gezeigt, daß wenn man die Luftröhre einer Leiche luftdicht mit einem Manometer verbindet und den Thorax öffnet, das Manometer einen Überdruck anzeigt, der nicht verschwindet, selbst wenn man mit einem Messer zahlreiche oberflächliche Schnitte in das Lungengewebe macht, trotzdem hierdurch eine Menge von Alveolen eröffnet werden. Erst wenn das Messer bis zu einem der großen Bronchien

hineingelangt ist, schwindet der Druckunterschied. Daß dasselbe auch für die lebende Lunge gilt, hat *Ungar* im Versuch mit einem lebenden, narkotisierten Kaninchen gezeigt.

Nun ist die Wirkung dieser Drucke auf die Alveolenluft zwar von verhältnismäßig geringer Bedeutung für die Resorption; wird aber die Druckvermehrung damit kombiniert, daß ein Teil der Luft aus den Alveolen vor dem Respirationsstillstand ausgepreßt wird, so daß wir ein Zusammenwirken beider angedeuteten Möglichkeiten bekommen, so wird dies unbestreitbar die Resorptionsverhältnisse im Versuche so verändern, daß dessen Resultate nicht mit Recht auf das neugeborene Kind übertragen werden können.

Schließlich glaube ich, daß es nicht angängig ist, *Lichtheims* Theorie auf die hier behandelten Fälle anzuwenden. *Lichtheims* Theorie ist, wie auch *Ungar* erwähnt, mit Hinblick auf die Resorption in einem einzigen Lungenlappen aufgestellt, und setzt voraus, daß der übrige Teil der Lunge funktioniert. Dies ist außerordentlich wichtig, denn in diesem Falle kann sich das mit Kohlensäure und Stickstoff überladene Blut des unterbundenen Lappens von seinem Überschuß an diesen Luftarten befreien, wenn es später die anderen, funktionierender Abschnitte passiert. Denkt man sich aber, daß die Resorption gleichzeitig in großen Teilen der Lunge vor sich geht, ohne daß die anderen durchlüftet werden, dann wird die Theorie unanwendbar.

Es muß jedoch gleich gesagt werden, daß *Ungar* nicht meint, die Respiration höre in allen Lungenabschnitten gleichzeitig auf; er hebt vielmehr hervor, daß die Resorption nur vollständig werden kann, falls die Atmung ganz allmählich abnimmt, so daß das Kind mit gewissen Abschnitten der Lunge atmet, während die Luft aus anderen resorbiert wird. Nach *Ungars* Theorie ist es aber notwendig, daß sich einige lufthaltige Partien in der Lunge befinden, wenn die Atmung stockt, und aus diesen soll also die Luft resorbiert werden, ohne daß das Blut gelüftet werden kann. Daß dies möglich ist, ist mir wenig wahrscheinlich.

Angesichts der vielen oben erwähnten Schwierigkeiten, die die Erklärung des Mechanismus der Resorption macht, glaube ich, daß selbst wenn man in allen dort berührten Fragen, wie der Luftsättigung des Blutes, dem Alveolenabschluß, dem Thoraxwiderstande u. a. m. die für *Ungars* Theorie möglichst günstige Annahme macht, es doch unmöglich sein wird, eine erschöpfende Erklärung für die gänzliche Luftleere der Lunge zu geben. Dies zeigt sich am deutlichsten, wenn man den Resorptionsvorgang zu beschreiben versucht, indem man also eine willkürliche, möglicherweise fehlerhafte Entscheidung in den erwähnten Zweifelsfragen trifft:

Beim Atemstillstand enthält die Lunge also eine Anzahl ganz oder beinahe ganz luftgefüllter Alveolen. Die Atmung stockt im Exspirium,

und in dieser Stellung können beim kleinen Kinde die Bronchioli zusammenklappen und die Alveolen von der Atmosphäre absperren. Würden nun die Kohlensäure und der Sauerstoff sofort resorbiert (was übrigens nicht möglich ist), dann müßte dies bewirken, daß der Partialdruck des Stickstoffes in der Alveole um  $\frac{1}{5}$  steigt und das Blut infolgedessen Stickstoff aus der Alveole aufnimmt, bis sein Stickstoffgehalt um  $\frac{1}{5}$  vermehrt ist. Nimmt man die Blutmenge des Kindes mit 150 ccm an, so mag sie bei 1 Atmosphäre und  $20^\circ$  2,5 ccm Stickstoff enthalten, da der Absorptionskoeffizient des Stickstoffes bei dieser Temperatur 0,0164 ist. Ist der Partialdruck des Stickstoffes nicht 1, sondern nur  $\frac{4}{5}$ , so wird das Blut etwa 2 ccm Stickstoff enthalten.

Nach *Dorn* ist die totale Lungkapazität des Kindes etwa 130 ccm. Rechnet man, daß die Residualluft  $\frac{1}{5}$  ausmacht, so bedeutet dies, daß, falls der Partialdruck des Stickstoffes in allen Alveolen um  $\frac{1}{5}$  steigt, das Blut 0,5 ccm Stickstoff aufnimmt, und nun also 2,5 ccm enthält. Hieraus folgt, daß die Stickstoffmenge in nur  $\frac{1}{40}$  des Lungengebietes die ganze Blutmenge mit reinem Stickstoff bei dem Druck von einer Atmosphäre und  $20^\circ$  sättigen kann.

Solange nun ein Teil der Lunge gelüftet wird, solange also eine schwache Respiration im Gange ist, wird das Blut seinen Stickstoffüberschuß beim Durchströmen dieses funktionierenden Abschnittes abgeben. Ein Teil wird jedoch schon von der Flüssigkeit in den Gefäßen aufgenommen werden. Mit der fortschreitenden Verkleinerung des atmenden Lungenabschnittes aber wird es für das Blut immer schwieriger, sich von seinem Stickstoffüberschuß zu befreien, zumal sich die Zirkulation verschlechtert. Beim völligen Atemstillstand werden also Blut und Gewebeflüssigkeit mit Stickstoff aus den Alveolen praktisch gesättigt sein, da diese nach der Voraussetzung bei der erwähnten Temperatur reinen Stickstoff enthielten. Trotzdem verlangt *Ungar*, daß das Blut den Stickstoff aus denjenigen Alveolen, die bei dem letzten wirksamen Atemzuge gefüllt wurden, resorbieren soll. Daß dies möglich ist, kommt mir wenig wahrscheinlich vor.

Zwar kann die Abkühlung des Kindes die Absorption etwas befördern, aber selbst wenn die Körpertemperatur bis auf Zimmertemperatur fällt, wird dies die Menge der resorbierten Luft nur unbedeutend im Verhältnis zu der Menge von Lungenluft vermehren. Ferner läßt sich denken, daß die elastische Kraft der Lungen, die danach strebt, dieselben zur fötalen Ruhestellung zusammenzuziehen, die Resorption durch Druck auf die Alveolenluft begünstigt. Diese Kraft wird aber sicher verkleinert dadurch, daß der elastische Thorax, wie schon erwähnt, in der entgegengesetzten Richtung arbeitet, so daß von der Lungenelastizität nur ein nicht sicher schätzbarer Anteil wirksam bleibt. Selbst wenn sie mit der Elastizität der erwachsenen, ausge-

nommenen Lunge gleichgesetzt würde, was nach *Hermanns* Untersuchungen sicherlich zu hoch ist, würde sie nur einen Druck von etwa 7 mm Hg. auf die Alveolenluft ausüben, und die Absorption nur um etwa 1 0/0 vermehren.

Ich glaube deshalb, daß das Blut nach dem Atemstillstand nur dadurch zur Aufnahme einer gewissen weiteren Menge Stickstoff befähigt sein kann, daß es sich seines Überschusses anderwärts als durch die Atmungsorgane entledigen kann, z. B. durch die Haut und die Schleimhäute. Diese Möglichkeit ist aber klein, weil die Hautzirkulation des Kindes während der Agone ganz minimal ist.

Die angestellten Überlegungen sind jedenfalls voller Unsicherheiten. Im besonderen weiß man ja gar nichts über die Menge Stickstoff, die unter den gegebenen Verhältnissen in die Gewebeflüssigkeit aufgenommen werden kann, ferner über die Ausdehnung des mit dem letzten Atemzuge noch gelüfteten Lungenabschnittes usw. Trotzdem dürfte die angestellte Rechnung, mag sie auch unvollkommen sein, beweisen, daß die theoretische Grundlage der *Ungarschen* Erklärung äußerst unsicher ist. Diese muß, falls sie als richtig anerkannt werden soll, durch experimentelle Beweise bekräftigt werden, und von solchen hat man nur *Ungars* Versuch mit den Heftpflasterstreifen, der, soweit ich es beurteilen kann, zur Erhärtung der Theorie nicht verwendbar ist. Auch die früher referierten klinischen Fälle sind hierzu nicht verwendbar, weil es nicht sicher ist, daß die Lungen luftleer waren.

Bevor ich meine Aufmerksamkeit auf die Möglichkeit lenkte, eine andere Erklärung des Phänomens: luftleere Lungen bei Kindern, die geatmet haben, zu finden, habe ich es angezeigt gefunden, an einem größeren Tiermaterial zu prüfen, ob überhaupt auf dem von *Ungar* gewiesenen Wege eine experimentelle Stütze für seine Theorie geschaffen werden könnte. Deshalb habe ich *Ungars* Versuche nachgemacht. Dies ist nicht geschehen, seitdem *Ungar* seine Untersuchungen im Jahre 1863 veröffentlicht hat.

Es ist mir jedenfalls nicht gelungen, mit der bloßen Curarisierung ganz oder beinahe luftleere Lungen zu erzielen, und die Heftpflasterstreifen habe ich nicht angewandt, weil ich, wie erwähnt, meine, daß sie durch Änderungen der Druckverhältnisse im Thorax Bedingungen schaffen, die beim Kinde nicht vorkommen.

Wegen des negativen Resultats der Versuche wird nur ein einziges Protokoll als Beispiel jeder Versuchsgruppe angeführt werden.

#### *Versuch I—IV.*

##### *Resorptionsversuche.*

Ein trächtiges Kaninchen wird getötet, als es anfängt zum Nest zu sammeln. Der Uterus wird sofort geöffnet, und 5 lebende Junge werden herausgenommen.

Von diesen wird eines sofort mit Durchschneidung der Medulla oblongata getötet und der Thorax wird geöffnet. Die Lungen enthalten überall Luft.

Nr. 2, 3, 4, 5 bekommen um 10<sup>1</sup>/<sub>4</sub> Uhr eine intravenöse Injektion von 0,2 cem 1 proz. Curareauflösung.

Um 11<sup>1</sup>/<sub>4</sub> Uhr hat der Herzschlag aufgehört, Nr. 5 ausgenommen, bei welchem er um 11,20 stockt.

Sektion: Nr. 2. Die Lungen sind dunkelrot, die oberflächlichsten Schichten sind atelektatisch, Luftfüllung wird aber überall durch diese hindurch gesehen.

Nr. 3. Die beiden Unterlappen sind atelektatisch, ebenso die obere Hälfte des rechten Oberlappens und das untere Drittel des linken Oberlappens. Das übrige ist lufthaltig.

Nr. 4. Nur minimale luftleere Partien; die Lungen tragen bei der Schwimmprobe auch das Herz.

Nr. 5. Wie Nr. 3, die luftleeren Partien eher ein wenig kleiner.

Es sei erwähnt, daß mit der Bezeichnung „die Respiration stockt“ der Zeitpunkt gemeint ist, in dem die letzte Atembewegung beobachtet wurde, indem wir offen lassen, ob diese kräftig genug war, um Luft in die Lungen herunterzubringen.

Der Zeitpunkt für: „das Aufhören des Herzschlages“ ist bestimmt durch die Bewegungen eines in die Herzgrube gebrachten Wassertropfens.

Ich habe im ganzen 6 solche Versuche mit 21 Jungen ausgeführt. Die Atmung stockte in allen 20—40 Minuten früher als der Herzschlag. Der Luftgehalt der Lungen war jedenfalls unvollständig, aber dessenungeachtet makroskopisch leicht erkennbar. Auffallend war, wie wechselnd die Luftfüllung bei Tieren von demselben Wurf und von derselben Größe sein konnte, trotzdem bei ihnen dieselbe Zeit vom Stocken der Respiration bis zum Aufhören des Herzschlages verlaufen war.

*Ungar* erwähnt in seiner Abhandlung einige Versuche von *Paul Bert*, die zeigen sollen, daß die Respiration unter gewissen Umständen durch die Darmschleimhaut stattfinden könne, und deutet an, daß eine Luftfüllung des Magen-Darmkanals das apoische Stadium nicht unwesentlich verlängern, und die Resorption dadurch begünstigen könnte. *Berts* Versuche sind an Kätzchen ausgeführt.

Bei einem 3 Tage alten Kätzchen wurde ein Luftstrom durch den Darmkanal geleitet; darauf wurde die Luftröhre unterbunden. Das Kätzchen lebte hiernach 21 Minuten, während ein Schwestertier, bei welchem der Darmkanal nicht mit Luft gefüllt war, nur 13 Minuten lebte.

Um zu untersuchen, ob sich durch diese intestinale Respiration die Resorption der Lungenluft begünstigen läßt, stellte ich folgende Versuche an:

#### *Versuche VII—XI.*

##### *Resorptionsversuche mit Sauerstoffzuleitung zum Magen.*

Ein trächtiges Kaninchen wird einen Tag vor der erwarteten Geburt getötet und aus dem Uterus werden 7 lebende Junge herausgenommen. Nr. 7 wird nach Verlauf von einer Viertelstunde getötet; die Lungen enthalten überall Luft. Bei den 6 anderen wird mittels Halsschnittes die Speiseröhre hervorgezogen und ge-

öffnet. Durch eine in diese Öffnung eingeführte feine Glaskanüle wird reiner Sauerstoff zugeleitet und damit der Magen gebläht. Darauf bekommt jedes Tier eine intramuskuläre Injektion von 0,2 ccm 1 proz. Curareauflösung. Unterdessen war die Sauerstoffzuleitung bei Nr. 1 und 5 mißlungen, weil die Speiseröhre zerrissen war und das untere Stück sich ins Mediastinum zurückgezogen hatte.

Das apnoische Stadium — vom Aufhören der Respiration bis zum Aufhören des Herzschlages — dauerte:

Nr. 1: 12 Minuten. — Kein Sauerstoff im Magen.

Nr. 2: 22 Minuten. — Der Magen vom Sauerstoff stark ausgedehnt.

Nr. 3: 30 Minuten. — Der Magen vom Sauerstoff stark ausgedehnt.

Nr. 4: 15 Minuten. — Der Magen vom Sauerstoff stark ausgedehnt.

Nr. 5: 24 Minuten. — Kein Sauerstoff im Magen.

Nr. 6: 20 Minuten. — Der Magen vom Sauerstoff stark ausgedehnt.

Bei der Sektion 24 Stunden später wird gefunden:

Nr. 1: Nur ganz unbedeutende atelektatische Partien in allen Lungenlappen.

Nr. 2: große, zerstreute, luftleere Partien in allen Lungenlappen.

Nr. 3, 4, 5, 6 waren im wesentlichen gleich. Die ganze Basalpartie der Lungen war atelektatisch, im übrigen Teil waren große luftleere Partien; Lungen mit samt dem Herzen schwammen auf Wasser.

Im ganzen sind 4 solche Versuche mit zusammen 17 Jungen ausgeführt, von denen eines (Nr. 7 in den obenerwähnten Versuchen) keiner Behandlung unterworfen wurde. 6 Tiere bekamen nur Curareinjektionen (Nr. 1 und 5 der obenerwähnten Versuche mitgerechnet) und die übrigen 10 bekamen sowohl Curareinjektion als Sauerstoffeinblasung durch die Speiseröhre. Keins dieser 10 zeigte ein längeres apnoisches Stadium als das, welches ich bei den nicht sauerstoffbehandelten in dieser und der ersten Versuchsgruppe gesehen hatte. Jedoch war in allen 10 Fällen der Sauerstoff nicht über den Pylorus hinausgetrieben worden; Die resorbierende Fläche war also nicht so groß wie in *Berts* Versuchen. Um dies zu erreichen versuchte ich zuerst, längere Zeit zwischen der Sauerstoffeinblasung und der Curareinjektion vergehen zu lassen, in der Hoffnung, daß der Magen den Sauerstoff weitertreiben würde; es änderte sich aber nichts. Deshalb versuchte ich es auf folgende Weise:

#### *Versuche XII—XV.*

##### *Resorptionsversuche mit Sauerstoffeinblasung in die Unterleibshöhle.*

Ein trächtiges Kaninchen wird getötet, als es anfängt zum Nest zu sammeln. Der Uterus enthält 3 Junge. Um 3,45 Uhr wird jedem Tier 0,7 ccm 1 proz. Curareauflösung intramuskulär eingespritzt und beinahe gleichzeitig wird in Nr. 2 und 3 eine Kanüle in den Mastdarm eingeführt und von hier aus durch die Darmwand in die Bauchhöhle hinein, worauf reiner, mit Wasserdampf gesättigter Sauerstoff eingeblasen wird, so daß der Unterleib ganz leicht ausgedehnt wird.

Nr. 1: Die Respiration hört um 4,05 Uhr auf, der Herzschlag um 4,25. — Nr. 2: Die Respiration hört um 4 Uhr auf, der Herzschlag um 4,40. — Nr. 3: Die Respiration hört um 4,05 auf, der Herzschlag um 4,40.

Sektion augenblicklich: Nr. 1: In den Lungen große, oberflächliche, luftleere Partien. Lungen und Herz schwimmen. Nr. 2: Jede Lunge für sich sinkt, kleine

zerstreute, luftgefüllte Partien werden aber in allen Lappen gesehen; zahlreiche, ausgeschnittene Stücke schwimmen auf Wasser.

Nr. 3: Die luftgefüllten Partien sind eher etwas größer als bei Nr. 2; die linke Lunge sinkt, die rechte schwimmt.

Dieser Versuch ergab also eine etwas stärkere Resorption der Alveolenluft als einige der vorigen. In zwei weiteren Versuchen aber, die mit noch 7 Jungen angestellt wurden, von denen 5 Sauerstoff auf die beschriebene Weise bekamen, war das Resultat ganz dasselbe wie in den zwei ersten Versuchsgruppen. Das apnoische Stadium dauerte 15—45 Minuten, und der Luftgehalt der Lungen war in einigen (2) Fällen größer, in anderen (5) kleiner als bei den beiden, die nicht mit Sauerstoff behandelt worden waren, und in allen Fällen waren die lufthaltigen Partien makroskopisch erkennbar.

Nun wird man vielleicht gegen die zwei letzten Gruppen einwenden, daß sie mindestens genau so unnatürliche Bedingungen für die Resorption wie *Ungars* Heftpflasterstreifen schaffen, und dies soll auch zugegeben werden. Der Zweck dieser Versuche ist aber nicht gewesen, die natürliche Agone des ausgetragenen Kindes nachzuahmen, sondern zu untersuchen, ob die Lungen luftleer werden könnten, falls man, die natürlichen Respirationswege umgehend, dem Tier Sauerstoff zuführte, also unnatürlich günstige Bedingungen für eine Verlängerung des apnoischen Stadiums schaffte. Dieser Zweck kann aber nicht als erreicht betrachtet werden, da die Verlängerung in den Versuchen nicht so groß wurde, daß man sie als praktisch bedeutsam annehmen könnte, und überhaupt nicht größer, als daß sie von zufälligen Umständen mehr als vom Sauerstoff herrühren könnte. Wie schon erwähnt, ist die Dauer des apnoischen Stadiums bei Tieren desselben Wurfes und bei gleichen Versuchsbedingungen auffällig verschieden.

Es ist wohl überhaupt sehr fraglich, ob ein Luftaustausch durch den Darmkanal irgendeine Bedeutung für den respiratorischen Stoffwechsel des Kindes hat, und besonders, ob er in einem solchen Umfange stattfindet, daß er das apnoische Stadium verlängern kann. Die einzige Stütze für eine solche Vermutung ergeben die Versuche von *Bert*, die mit Kätzchen angestellt sind, welche ja eine beinahe unglaubliche Widerstandsfähigkeit besitzen. Gegen die Vermutung aber spricht teils, daß man bei vielen nicht ausgetragenen Kindern einen luftgefüllten Darmkanal findet, ohne daß dies die Zirkulation solange im Gange hat halten können, daß die Lungen luftleer geworden sind, und teils, was wichtiger ist, daß man nicht immer nennenswerte Luftmengen im Darmkanal bei den Kindern, deren Lungen wieder luftleer geworden sind, finden kann. In *Ahlfelds* oben zitiertem Fall z. B. wurden nur ein paar kleine Luftblasen im Magen gefunden; und an-

zunehmen, daß solche Blasen, in einen dicken, zähen Magenschleim eingelagert, irgend eine Bedeutung für den respiratorischen Stoffwechsel haben können, ist nicht berechtigt. Die Möglichkeit, daß vorher Luft im Darmkanal gewesen war, die aber resorbiert worden ist, ist natürlich ausgeschlossen, da drei Viertel der Luft, nämlich der Stickstoff, jedenfalls zurückbleiben müßten.

Das Resultat der oben erwähnten Versuche ist also das ganz negative, daß es experimentell nicht gelungen ist, solche Bedingungen zu schaffen, wie sie bei einem neugeborenen Kinde gefunden werden können. Und die Versuche bilden also keinerlei Stütze für die *Ungarsche* Theorie so wie sie dargestellt wird. Da eine solche auch nicht aus *Ungars* eigenen Versuchen abgeleitet werden kann, weil sie, wie erwähnt, ganz unnatürliche Bedingungen für die Resorption schaffen, so ergibt sich, daß durch *Ungars* Arbeit zwar nachgewiesen ist, daß große Teile der Alveolenluft vom zirkulierenden Blut resorbiert werden können, daß seine Versuche aber nicht verständlich machen, wie die Lungen völlig luftleer werden können.

Somit bleibt die *Thomassche* Theorie übrig, daß die Kinder ihre Lungen luftleer pumpen, weil die Expirationen in wachsendem Grade die Inspirationen an Volumen übersteigen. *Ungars* Einwand hiergegen, daß man dann viel häufiger als in Wirklichkeit luftleere Lungen bei Kindern, die geatmet haben, finden müßte, bedeutet nicht viel. Denn es wäre ja möglich, daß die Kinder sich nur unter ganz besonderen und seltenen Umständen mit einem so kleinen Lungenabschnitte behelfen könnten, daß er bei der letzten Expiration ganz geleert werden könnte. Wichtiger ist nach meiner Meinung der andere gegen die *Thomassche* Theorie geltend gemachte Einwand, daß nach den oben-erwähnten Versuchen von *Gerlach* und *Ungar* die Alveolenluft nicht durch die Bronchien herausgetrieben werden kann, weil sie zusammenklappen, wenn die Lungen bis zu einem gewissen Grade zusammengesunken sind. Diese Theorie erklärt daher auch nicht, wie der letzte Rest der Luft aus den Lungen verschwindet. Da es mir nicht möglich war, eine andere brauchbare Erklärung zu finden, habe ich mich mit der Möglichkeit beschäftigt, daß diese Luftmenge gar nicht resorbiert wird oder auf andere Weise aus den Lungen während der Agone verschwindet. Sie könnte also bei der Sektion vorhanden sein, aber in einer Art, daß sie mit den gewöhnlichen Untersuchungsmethoden nicht nachweisbar wäre. Daß dies der Fall ist, meine ich beweisen zu können oder jedenfalls in einem so hohen Grade wahrscheinlich zu machen, daß diese Erklärung natürlicher als die von *Ungar* aufgestellte wird.

Der geringe Sauerstoffverbrauch der nicht ausgetragenen Kinder bewirkt nicht nur, daß sie, wie erwähnt, das Leben einige Zeit nach dem Atemstillstand aufrechterhalten können, sondern auch, daß sie

ihren respiratorischen Stoffwechsel mit einem weit kleineren Lungenabschnitt als ausgetragene Kinder unterhalten können. Dies bedeutet, daß die Atembewegungen äußerst schwach werden können, so daß das Atemzentrum gelähmt wird und die Atmung aufhört. Die letzten Inspirationen können deshalb nur die am leichtesten zugänglichen Abschnitte der Lungen mit Luft füllen, das sind die zentralen Partien um die großen Bronchienstämme. Die peripheren Abschnitte sind folglich beim völligen Atemstillstand einige Zeit vollständig außer Funktion gewesen, und die in ihnen enthaltene Luft kann deswegen

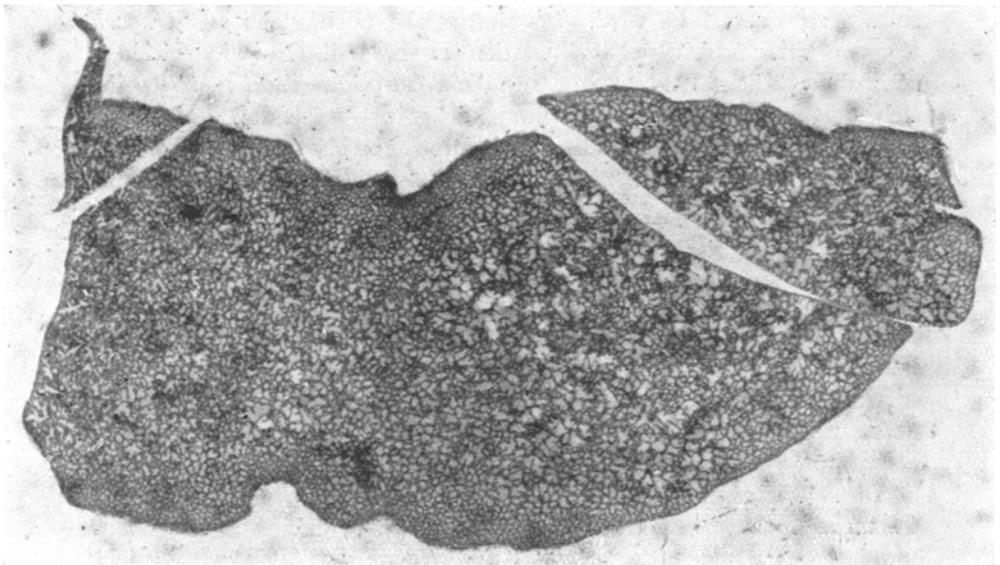


Abb. 1. Projektionsbild einer Kaninchenlunge nach Resorptionsversuch. Der oberflächliche atelektatische Saum ist besonders deutlich.

von dem Blute, das in den noch arbeitenden Partien gelüftet wird, resorbiert werden.

Die Richtigkeit dieser Annahme wird am deutlichsten von Abb. 1 gezeigt. Das Bild ist ein Längsdurchschnitt einer Kaninchenlunge. Das Tier wurde für einen der obenerwähnten Resorptionsversuche gebraucht. Bei der mikroskopischen Untersuchung wurden nur zerstreute lufthaltige Partien in den Lungen gefunden, dieselben schwammen aber in toto im Wasser. Das Mikroskop zeigte dagegen folgendes Bild:

In der Mitte der Lungen sind die Alveolen beinahe völlig entfaltet; nur an einzelnen Stellen, besonders an den interlobären Flächen, werden diese vollständig ausgedehnten Alveolen ganz außen unter der Pleura gefunden. Sonst sieht man beinahe überall unter der Pleura einen breiten Saum von weniger geblähten, aber nicht ganz geschlossenen Alveolen. Ein ganz ähnliches Bild habe ich bei der Untersuchung der Lungen von Kindern gefunden, die in der Geburtsabteilung des Reichs-

hospitals kurz nach der Geburt gestorben waren. Unter 21 Kindern, deren Lungen makroskopisch beinahe atelektatisch waren, konnte man bei 19 mikroskopisch völlig ausgedehnte Alveolen nachweisen, und diese lagen ausschließlich in der Mitte der Lungenlappen, um die großen Bronchien herum.

Es scheint mir, daß dies in hohem Grade darauf hindeutet, daß das Kind während der letzten Respirationsbewegungen nur die am leichtesten zugänglichen zentralen Lungenabschnitte zu füllen vermag. Da man nicht annehmen kann, daß die Zirkulation in der Peripherie

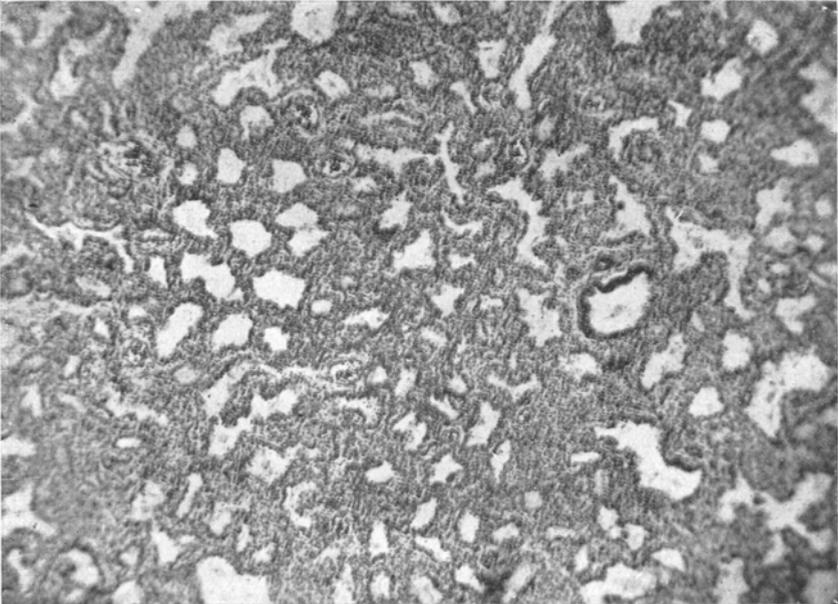


Abb. 2. Lufthaltige Lunge, in der die Alveolen nur schwach entfaltet sind (Kinderlunge).

der Lunge lebhafter als im Zentrum ist, so kann das geschilderte Bild nicht davon herrühren, daß die Resorption lebhafter in den peripheren als in den zentralen Partien vor sich gegangen ist. Das Bild muß vielmehr so entstanden sein, daß die peripheren Partien früher außer Funktion gesetzt sind als die zentralen, wodurch die Resorption höhere Grade in der Peripherie der Lunge erreicht hat.

Allein die makroskopische Untersuchung dieser 21 Fälle zeigte noch Eins: Makroskopisch enthielten diese Lungen nur ganz minimale lufthaltige Partien, bei der mikroskopischen Untersuchung aber ließen sich luftleere Partien in ihnen überhaupt nicht nachweisen. Dies beruhte darauf, daß die Alveolen größtenteils geschwunden und so eng waren, daß sie mit bloßem Auge oder mit der Lupe als solche nicht erkannt werden konnten. An den Leichen von 117 neugeborenen

Kindern habe ich diese Alveolenform und ihre Bedeutung genauer untersucht. Ich will aber an dieser Stelle nicht näher darauf eingehen, sondern nur anführen, daß sich in Lungen von Kindern, die kurz nach der Geburt gestorben sind, beinahe konstant eine Alveolenform findet, die sich dadurch auszeichnet, daß die Luftfüllung nur mikroskopisch nachweisbar ist (Abb. 2).

Um zu den luftleeren Lungen bei Kindern, die geatmet haben, zurückzukehren, haben wir also ermittelt, daß im Augenblick des Atemstillstandes in den hier erwähnten Fällen nur Alveolen der zentralen Lungenabschnitte durch Luft annähernd ganz entfaltet sind. Die Größe dieser fast ganz lufthaltigen Partie hängt ab von der Stärke der letzten Inspirationen, und, da diese bei Kindern mit dem geringsten Sauerstoffbedürfnisse am kleinsten werden können, wird ein schwaches, nicht ausgetragenes Kind weit kleinere lufthaltige Partien in seinen Lungen haben können als ein besser entwickeltes mit größerem Sauerstoffbedürfnis. Die in der Literatur berichtete völlige Luftleere solcher Lungen erklärt sich durch mehrere Umstände: Erstens liegen die lufthaltigen Partien, wie erwähnt, zentral in der Lunge; dies macht es unmöglich, sie mittels der Lupe, die sonst unser bestes Hilfsmittel bei der Untersuchung auf Luft ist, nachzuweisen. Denn sie sind ja sehr klein, von der Größe einer Stecknadelspitze, d. h., man erkennt sie mit bloßem Auge erst, wenn man sie mit der Lupe entdeckt hat. Liegen diese Partien aber noch in der Tiefe, so können sie weder mit bloßem Auge noch mit der Lupe erkannt werden, weil die zahlreichen Reflexe der Schnittfläche es unmöglich machen, die glänzenden Luftperlen in den Alveolen zu unterscheiden.

Wenn die Lupe uns im Stiche läßt, bleiben noch drei Hilfsmittel übrig, nämlich: die Schwimmprobe, der Nachweis von Schaum bei Kompression des Gewebes unter Wasser und schließlich die Mikroskopie.

Die beiden ersten sind recht grobe Untersuchungen. In den Fällen, von denen hier die Rede ist, sind die schwimmfähigen Stücke so klein, daß sie sich nur schwer mit einer Schere ausschneiden lassen; sie sind im Wasser beinahe unsichtbar, und bei zentraler Lage überhaupt nicht zu entdecken. Sie könnten zwar bei der Schwimmprobe nachgewiesen werden, falls die ganze Lunge in Stücke von weniger als ein Kubikmillimeter zerschnitten würde, aber das ist praktisch unausführbar. Es würden nämlich 40—50tausend Stücke herauskommen, deren Herstellung mehrere Tage in Anspruch nehmen würde. Die Probe muß vielmehr so ausgeführt werden, daß man unter Benutzung der Lupe kleine anscheinend lufthaltige Stücke ausschneidet. Da die Lupe in der Tiefe des Lungengewebes aber nicht gebraucht werden kann, hat die Schwimmprobe in diesen Fällen keinen Wert.

Noch ein weiterer Umstand kann den Nachweis der von vornherein kleinen schwimmfähigen Partien durch die Schwimmprobe vereiteln. Bekanntlich ist die Kohlensäuremenge in der Alveolenluft der Kohlensäurespannung im Blute direkt proportional und umgekehrt; je höher die Kohlensäurespannung im Blute wird, um so höher wird — unter sonst gleichen Verhältnissen — das Kohlensäureprozent in der Alveolenluft. Bei der langsamen Erstickung des Kindes infolge Erlöschens der Luftzufuhr steigt nicht nur die Kohlensäurespannung in dem noch

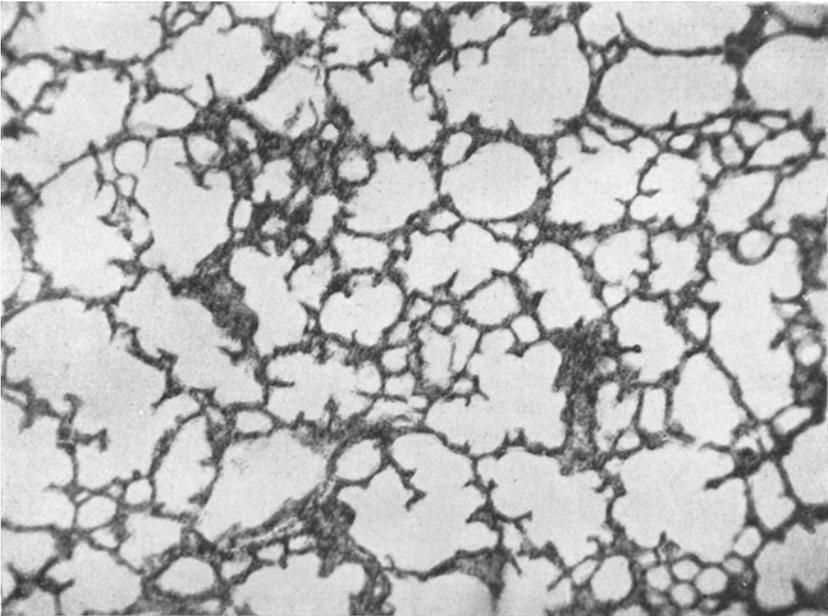


Abb. 3. Verschiedene Partien einer völlig lufthaltigen Lunge; man sieht ein leichtes Emphysem.

zirkulierenden Lungenblut stark, sondern zugleich der Kohlensäureanteil der abgeschlossenen Alveolarluft. Da nun die unreifen Kinder eine viel größere Kohlensäureanhäufung als die besser entwickelten vertragen zu können scheinen, muß das Kohlensäureprozent der Alveolenluft bei ihrem Tode höher sein, als man es bei normalen Kindern oder Erwachsenen findet. Durch die Abkühlung nach dem Tode, besonders im Kühlraum, vermag das Blut allerdings viel mehr Kohlensäure aufzunehmen, indem sowohl die gebundene als auch die freie Kohlensäure im Blute vermehrt wird, so daß also postmortal ein Teil der Kohlensäure aus der Alveole wieder verschwinden kann.

Für die Schwimmprobe ist demnach die Größe des Kohlensäureprozentos der Alveolenluft im Todesaugenblick von Bedeutung. Um zu prüfen, ob durch das Verschwinden der Kohlensäure die Luftfüllung

der Lungen bei der Sektion wirklich merkbar beeinflußt werden kann, habe ich Röntgenbilder einiger lebendgeborener, nicht ausgetragener Kinder gleich nach dem Eintritt des Todes aufgenommen, dann die Leiche 24 Stunden liegen lassen und sie darnach wieder röntgenphotographiert. Spielt das Verschwinden der Kohlensäure eine Rolle, so muß das letzte Bild kleineren Luftgehalt der Lungen zeigen als das erste.

Das Resultat war, daß ein allerdings nur kleiner Unterschied in dieser Beziehung zwischen den beiden Platten bestand. Indessen war unter den photographierten Fällen kein einziger, der bei der Sektion auch nur annähernd luftleere Lungen hatte, und wo man hätte annehmen können, daß der Kohlensäuregehalt in dem Organismus den höchsten Grad erreicht hatte.

Besser gelang der Versuch mit einigen Kaninchenjungen, die mit Curare nach *Ungar* behandelt waren:

#### *Versuch XVI.*

##### *Versuche über postmortale Kohlensäureabsorption.*

5 recht kräftige, im wesentlichen ausgetragene, lebende Kaninchenjunge, die Nachts zuvor geboren waren, bekamen um 9<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr Vormittags 0,1 ccm einer 1proz. Curarelösung intramuskulär eingespritzt. Beim Tier Nr. 1 stockte die Respiration um 10,15, der Herzschlag um 10,45; bei Nr. 2 respektive um 10,45 und 11; bei Nr. 3 um 11,45 und 12; bei Nr. 4 um 11,15 und 11,45 und bei Nr. 5 um 10,45 und 11,15. Alle wurden um 12 Uhr röntgenphotographiert; gleich darauf wurden Nr. 1 und 4 der Kontrolle halber seziiert. Bei diesen wurden zerstreute lufthaltige Partien in den beiden Lungen, die mit dem Herzen zusammen auf Wasser schwammen, gefunden. Am nächsten Tage wurden die übrigen drei um 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr Vormittags röntgenphotographiert. Bei der Sektion wurden auch bei diesen 3 Jungen zerstreute lufthaltige Partien in den beiden Lungen gefunden; die Lungen sanken aber im Zusammenhang mit dem Herzen. Nachdem dies abgeschnitten war, sank bei Nr. 2 jede Lunge für sich, während bei Nr. 3 und 5 die eine Lunge schwamm, die andere aber zu Boden sank.

Wie man sieht, gelang es mir auch hier nicht, makroskopisch luftleere Lungen zu erhalten, ebensowenig wie in den anderen Versuchen von derselben Art, die ich ausgeführt habe, um *Ungars* Theorie näher zu prüfen. Das Kohlensäureprozent in der Alveolenluft ist jedoch hoch genug gewesen, um das Verschwinden der Kohlensäure auf der Platte erkennbar werden zu lassen, wodurch die Luftfüllung auf der letzten Platte deutlich vermindert erscheint.

Eine Änderung der Schwimmfähigkeit durch Verminderung des Kohlensäuregehalts der Alveolenluft ist wegen der möglichen Kleinheit der schwimmfähigen Lungenteile im Todesaugenblicke äußerst schwierig nachzuweisen. Nimmt man größere Stücke, dann sinken sie im Wasser zu Boden. Schon eine geringe Verkleinerung des Luftgehalts dieser Stücke mit daraus folgender Veränderung des spezi-

fischen Gewichts wird also leicht die Schwimmprobe unmöglich machen, weil man die Stellen makroskopisch überhaupt nicht findet.

Mit Bezug auf unser zweites Hilfsmittel zum Nachweis von Luft — Kompression des Gewebes unter Wasser — möchte ich nur sagen, daß ich es sehr oft an Lungen, in denen ich mit bloßen Augen luft-haltige Partien nachweisen konnte, versucht habe, jedoch ohne den geringsten Schaum zu sehen. Dies mag sonderbar erscheinen, es ist aber ganz unzweifelhaft, daß die Probe fehlschlagen kann, selbst wenn die Lunge deutlich luft-haltig ist, und ganz dasselbe wird von *Lesser* behauptet, der durch Untersuchung von mehr als 300 Kindesleichen zu dieser Überzeugung gelangt ist. Ich nehme an, daß dies daran liegt, daß die luft-haltigen Partien so klein und zerstreut sind, daß teils Glück dazu gehört, sie mit dem Schnitte zu treffen, teils daß die aufsteigende Luftmenge so gering ist, daß sie leicht übersehen wird. Derjenige Schaum, der Bedeutung hat, wird ja von den äußerst feinen Luftbläschen aus den Alveolen gebildet; man sieht ihn, selbst wenn das Gewebe sehr luft-haltig ist, nur wie einen feinen Hauch durch das Wasser emporsteigen. Die Luftbläschen aus den Bronchien sind natürlich viel leichter zu entdecken, sie haben aber einen weit geringeren Wert als Atemprobe, weil leicht während der Manipulationen mit der Lunge (Aufschneiden, Zerteilung) Luft in die Bronchien hineingepreßt wird. Auch hierauf macht *Lesser* ausdrücklich aufmerksam.

Also bleibt nur die mikroskopische Untersuchung, in der man nach meiner Erfahrung ein vorzügliches Hilfsmittel hat, das in den meisten Fällen mit Sicherheit wird entscheiden können, ob ein Kind geatmet hat oder nicht. Es ist meine Überzeugung, daß eine mikroskopische Untersuchung von atelektatischen Lungen bei Kindern, die geatmet hatten, allemal luft-haltige Alveolen nachgewiesen hätte.

Diese Überzeugung stütze ich teils darauf, daß aus theoretischen Gründen ein Verschwinden der ganzen Luftmenge wenig wahrscheinlich ist, teils auf die obenerwähnte Tatsache, daß in makroskopisch völlig luftleeren Lungen die mikroskopische Untersuchung nicht unbedeutende luftgefüllte Partien aufdecken kann.

So wichtig dieser Befund sein mag, so bietet er aber doch keine Gewähr dafür, daß die Lungen, die nach *Ungars* Erklärung luftleer sein sollten, nicht trotzdem Luft enthalten haben. Dies kann erst bewiesen werden, wenn man das Resultat der Untersuchung eines solchen Falles vorlegen kann, in dem die Lungen eines Kindes, das geatmet hat, trotz der sorgfältigsten, sachverständigen Untersuchung sich luftleer zeigen. Ich habe daher in den Jahren, als ich am gerichtsmmedizinischen Institut der Universität angestellt war, besonders nach einem solchen Falle auf den Geburtsabteilungen und im Material des Institutes gefahndet, leider vergeblich. Aber kurz nach Beendigung dieser Arbeit

bin ich in den Besitz des gewünschten Falles gelangt. Dies zeigt am besten, wie selten diese Fälle sind, und es ist kein Zweifel, daß sie um so seltener werden, je sorgfältiger man untersucht. In mehreren Fällen konnte ich mittels der Lupe lufthaltige Partien in Lungen nachweisen, die von geübten Untersuchern (den Prosektoren) für luftleer erklärt worden waren. Vielleicht noch besser erhellt diese Tatsache aus einer Untersuchung, die ich vorgenommen habe, um festzustellen, wie viele Fälle dieser Art im pathologischen Institut des Reichshospitales vorzukommen pflegen.

Bei einem Vergleich der Sektionsjournale mit den klinischen Journalen zeigt sich, daß 1914, 1915 und 1916 zusammen 23 Fälle vorkamen. Von Anfang 1917 bis Ende 1918 — während welcher Zeit sämtliche Kinder auch von mir untersucht wurden — kamen aber nur 4 Fälle vor, und da die Anzahl der seziierten Kinder im wesentlichen jedes Jahr von 1914—1918 dieselbe gewesen ist, deutet dies in hohem Grade darauf hin, daß eine besonders eingehende makroskopische Untersuchung der Lungen die Anzahl dieser Fälle bedeutend beschränken würde.

Unterdessen bekam ich, wie erwähnt, nachdem ich das Institut verlassen hatte, einen brauchbaren Fall von luftleeren Lungen bei einem Kinde, das mehrere Stunden geatmet hatte. Wenn nun meine Behauptung richtig war, daß in einem solchen Falle nicht die ganze Luftmenge aus den Lungen verschwinden könne, sondern nur mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln nicht nachweisbar zu sein brauche, so mußte ich bei der mikroskopischen Untersuchung teils Gruppen völlig oder beinahe ausgedehnter Alveolen im zentralen Teile der Schnitte finden, teils größere Partien mit wenig ausgedehnten, gewundenen Alveolen. Daß beide Typen vorhanden sind, hat große Bedeutung; denn, wie erwähnt, können die völlig ausgedehnten Alveolen nur in spärlicher Anzahl erwartet werden und recht zerstreut liegen. Es ist deshalb keineswegs sicher, daß sie in den einzelnen Schnitten, die man von jedem Lappen entnehmen kann, getroffen werden. Dagegen zeigen meine Erfahrungen, daß die wenig ausgedehnten Alveolen, die makroskopisch fötal, mikroskopisch aber lufthaltig sind und die Atmung beweisen, weit ausgebreiteter sind als die ganz entfalteteten, und die Überlegenheit der mikroskopischen Untersuchung für den Nachweis der Atmung bedingen.

Im erwähnten Falle stand der Befund tatsächlich in schöner Übereinstimmung mit dem Resultate der theoretischen Betrachtungen:

Es handelte sich um eine Erstgebärende, die in die Geburtsabteilung A des Reichshospitals am 2. IV. 1919 aufgenommen wurde (Journal 407 A). Das Wasser ging am 2. IV. um 12 Uhr ab, und das Kind wurde am selben Tage um 12 $\frac{1}{2}$  geboren. Die Mutter räumte ein, daß sie sich selbst vor der Geburt untersucht hatte, zuerst im Darm und dann in der Scheide: „weil etwas da war, das sich herandrängte“.

Das Kind wog 1500 g und maß 45 cm; es war ein wenig cyanotisch und wurde sofort ins Wärmezimmer gebracht. Im Journal ist notiert, daß es leicht dyspnoisch war; nach den Erkundigungen bei den Krankenschwestern hat niemand es schreien hören. Trotz stimulierender Behandlung blieb es sehr schwach und starb am selben Tage um 8 Uhr nachmittags. Es hatte also 7 $\frac{1}{2}$  Stunden gelebt.

Tags darauf wurde es von dem gegenwärtigen Assistenten des gerichtsmmedizinischen Institutes, Dr. *Seemann*, bei einer Sektionsübung für Studierende sezirt. Eben weil die Sektion zum Unterrichtszwecke ausgeführt wurde, hatten zahlreiche Beobachter Gelegenheit, die Organe und besonders die Lungen zu untersuchen; dieselben wurden sehr eingehend untersucht, erstens von Dr. *Seemann* und den Teilnehmern des Kurses und 2—3 Stunden später von mir; in der Zwischenzeit wurden sie im Kühlraum aufbewahrt.

Die Lungen zeigten sich makroskopisch mittelblutgefüllt, von grauroter Farbe und lederartiger Consistenz; krepitierende Partien ließen sich nicht nachweisen und mittels der Lupe gelang es nicht, selbst die geringste lufthaltige Partie zu finden; zahlreiche kleinere und größere Stücke wurden für die Schwimmprobe ausgeschnitten, sie sanken aber alle im Wasser zu Boden. Nachdem ich Stücke von allen Lappen für die mikroskopische Untersuchung herausgenommen hatte, versuchte ich mit den übrigen Teilen der Lungen, Luftblasen von der Schnittfläche unter Wasser auszudrücken; dies gelang aber nicht. Die Bronchien boten nichts Abnormes dar.

Im übrigen wurden bei der Sektion Ekchymosen im Perikardium und in der Pleura gefunden, Luftfüllung des Magens, des ganzen Dünndarmes und eines Teils des Dickdarmes. Die Sektionsdiagnose war: Echymoses pericardii et pleurae, Status foetalis pulmonum.

Die mikroskopische Untersuchung ergab folgendes Resultat:

Die Schnitte von sämtlichen Blöcken zeigen genau dasselbe Bild, nur in einigen der Randpartien sieht man echtes fötales Gewebe mit ganz geschlossenen Alveolen. Im ganzen übrigen Teil der Schnitte sind die Alveolen offen, doch sind sie gewunden und die Septen recht dick, ganz wie auf Abb. 2. (Vergleiche hiermit Abb. 3, die einen Schnitt von einer Lunge mit völlig ausgedehnten Alveolen darstellt.) Das Epithel ist an einigen Stellen völlig erhalten, an anderen teilweise abgestoßen. Gegen den zentralen Teil der Schnitte zu um die großen Bronchien herum werden einzelne völlig ausgedehnte Alveolen und Infundibula gefunden. Die Bronchien sind beinahe überall völlig ausgedehnt. In zahlreichen Bronchien und Alveolen wird eine feine drahtförmige Masse mit einzelnen typischen Vernixzellen gefunden. Die Blutfüllung ist im ganzen sehr stark, stärker als man es nach dem makroskopischen Aussehen erwarten konnte. Man sieht keine Anzeichen pathologischer Prozesse in den Lungen.

Hier liegt also ein Fall vor, in dem die Lungen eines Kindes, das 7 Stunden gelebt und kräftig geatmet hat, völlig fötal bei der makroskopischen Untersuchung sind. Die Mikroskopie zeigt dagegen, daß nur minimale Partien der Lungen luftleer sind; der weitaus größte Teil der Alveolen ist offen, von dem mangelhaft entfalteteten Typus, und nur gegen den Hilus der Lappen zu werden völlig entfaltete Alveoli gefunden. Das mikroskopische Bild gestattet mit Sicherheit zu sagen, daß das Kind geatmet hat. Dieser Fall stützt gewiß in hohem Grade die Annahme, daß *Ungars* Erklärung solcher Fälle unrichtig ist und beweist, soweit dies überhaupt möglich ist, die Richtigkeit meiner Be-

hauptung, daß der Begriff: „Luftleere Lungen bei Kindern, die geatmet haben“ aus der Gerichtsmedizin verschwinden würde, falls alle makroskopisch luftleeren Lungen einer mikroskopischen Untersuchung unterworfen würden.

Vielleicht wird man gegen die hier aufgestellte Erklärung einwenden, daß *Ungars* Theorie ja insofern weiter gilt, als der weitaus größte Teil der Luft auf die von *Ungar* angegebene Weise resorbiert wird, während der Rest nicht durch die für gewöhnlich angewandten Untersuchungsmethoden nachgewiesen werden kann; dieser Rest hätte daher nur ein rein theoretisches Interesse.

Dieser Einwand ist aber ganz unrichtig. Der Wert der *Ungarschen* Untersuchungen wird zwar nicht dadurch vermindert, daß die von ihm gezogenen Schlüsse etwas zu weit gehen. Seine Resultate bleiben immer die Grundlage für das Verständnis dieser Fälle; die Korrektur aber, die nach meiner Meinung eingeführt werden muß, daß sich in solchen Lungen teils ein unbedeutender Rest völlig lufthaltiger Alveolen, teils größere, wenig lufthaltige Partien finden, hat weit mehr als theoretisches Interesse. Sie bewahrt durch eine mikroskopische Untersuchung den Gerichtsarzt vor der peinlichen Lage, erklären zu müssen, daß er keine Zeichen eines extrauterinen Lebens habe nachweisen können bei einem Kinde, dessen Schreien von mehreren geeigneten Zeugen stundenlang gehört worden ist, einer Unannehmlichkeit, die sicherlich die Triebfeder zu vielen Untersuchungen gewesen ist, die über luftleere Lungen bei Kindern, die geatmet haben, ausgeführt worden sind.

Nun muß eingeräumt werden, daß der Gerichtsarzt in diesen Fällen Nutzen auch aus der Beachtung des Luftgehaltes des Darmkanales ziehen kann. Es ist bekannt und von vielen Schriftstellern, z. B. von *Ungar* hervorgehoben, daß man besonders viel Luft im Magen und Darm findet bei Kindern, deren Lungen luftleer scheinen, trotzdem sie einige Zeit geatmet haben. Das Kind verschluckt nämlich große Mengen Luft selbst in einem Stadium, wo die Respirationsbewegungen äußerst schwach sind. In diesen Fällen wird also die Magen-Darmprobe einen besonderen Wert haben mit Hinblick auf den negativen Erfolg der makroskopischen Lungenprobe. Dessenungeachtet muß ich aber an der Bedeutung der mikroskopischen Lungenprobe aus zwei Gründen festhalten: erstens, weil die Magen-Darmprobe ja im ganzen weniger zuverlässig ist (Fäulnis, Schlucken während der Geburt von luftentwickelnden Bakterien), und zweitens, weil man nicht *immer* nennenswerte Luftmengen im Darmkanal bei diesen Kindern findet, wie es von *Ahlfeldts* oben referiertem Fall völlig festgestellt ist (das Kind atmete 8 Minuten; im Magen wurden nur ein paar ganz kleine Luftblasen gefunden).

Das Resultat meiner Untersuchungen ist also folgendes:

Es muß angenommen werden, daß der Begriff „luftleere Lungen bei Kindern, die geatmet haben“, nicht zu Recht besteht.

Bei nicht ausgetragenen Kindern können zwar große Luftmengen resorbiert werden, wie von *Ungar* nachgewiesen ist; die Lungen werden aber dadurch nicht ganz luftleer. Die Luftmenge, die übrigbleibt, kann so gering sein, daß sie nicht makroskopisch nachgewiesen werden kann. Dies liegt teils an der zentralen Lage der völlig lufthaltigen Partien und deren Kleinheit, die unter anderem von einer postmortalen Absorption der Kohlensäure herrührt — und teils an der so geringen Entfaltung der Alveolen im größten Teil der lufthaltigen Abschnitte, daß sie sich dem makroskopischen Nachweis entziehen.

Dagegen können die lufthaltigen Partien bei der mikroskopischen Untersuchung nachgewiesen werden, die deshalb nach meiner Meinung auch aus diesem Grunde bei der gerichtsmmedizinischen Sektion von neugeborenen Kindern wünschenswert ist, jedenfalls aber in Fällen, wo die Lungen makroskopisch luftleer sind, und die Luftfüllung im Darmkanal nur gering ist.

### Literatur.

- Ahlfeldt, F.*, Schwimmende Lungen ohne Luftgehalt. *Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäkol.* **61**. — *Bardinet*, Das Leben ohne Atmen bei neugeborenen Kindern. Ref. von *Devergie* in *Schmidts Jahrb.* **129**. 1866. — *Bert, Paul*, Leçons sur la physiologie comparée de la respiration. Ref. in *Schmidts Jahrb.* **152**. 1871. — *Bossi*, Il periodo apnoico dei neonati. Ref. in *Virchows Jahresber.* 1889. — *Brouardel*, L'infanticide. *Cours de médecine légale*, Paris 1897. — *Budin*, Certains cas, dans lesquels la docimasia pulmonaire hydrostatique est impuissante à donner la preuve de la respiration. *Ann. d'hyg. publ.*, 1872, S. 179. — *Dohrn*, Über die Größe des respiratorischen Luftwechsels in den ersten Lebenstagen. *Zeitschr. f. Geburtsh. u. Gynäkol.* **32**. — *Ermann*, Fötaler Zustand der Lungen bei neugeborenen Kindern, die nach der Geburt lebten und schrien. *Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol.* **66**, 395. — *Harbitz*, Lungeprøven og dens Betydning ved legale Obduktioner af nyfødte Børn. *Norsk Magazin for Lægevidenskab*, 1902, S. 1165. — *Harbitz*, Bidrag til Læren om Barnemord. *Tidskrift f. Nordisk Retsmedicin u. Psykiatri* 1906, S. 101. — *Hermann und Keller*, Über den atelektatischen Zustand der Lungen und dessen Aufhören bei der Geburt. *Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol.* **20**, 365. — *Maschka*, Mitteilungen betreffend das Leben dre Neugeborenen ohne Atmen. *Prager Vierteljahrschr.* 1862, S. 59. — *Maschka*, Das Leben der Neugeborenen ohne Atmen. *Prager Vierteljahrschr.* 1854, S. 1. — *Maschka*, *Handbuch der gerichtlichen Medizin*. Tübingen 1881. — *Ohlshausen und Pistor*, *Superarbitrium der königlichen wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen*. *Vierteljahrschr. f. gerichtl. Med. u. öff. Sanitätsw.* **4**. 1892. — *Richter*, *Gerichtsärztliche Diagnostik und Technik*. Wien 1905. — *Schmitt*, zit. nach *Maschka* 1862. — *Schmorl*, *Zentralbl. f. Gynäkol.* 1901, S. 409. — *Schröder*, Kann aus Lungen Neugeborener, die geatmet haben, die Luft wieder vollständig entweichen? *Dtsch.*

Arch. f. klin. Med. 1869, S. 398. — *Seydel*, Leitfaden der gerichtl. Med. 1895. — *Taylor*, Principles and practise of medical jurisprudence. London 1905. — *Thomas*, Ganz luftleere Lungen bei einem vorzeitig geborenen Kinde, welches kräftig geschrien und 17 Stunden gelebt hatte. Zit. nach Schmidts Jahrb. d. Med. **125—126**. 1865. — *Ungar*, Können die Lungen Neugeborener, die geatmet haben, wieder vollständig atelektatisch werden? Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. u. öff. Sanitätswesen, **39**. 1883. — *Ungar*, Fahrlässige Kindstötung und heimliche Geburt. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. u. öff. Sanitätsw. 1912, Suppl. — *Ungar*, Die Bedeutung der Lebensproben und im speziellen der Magendarmprobe. Virchows Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. **125**. 1891. — *Ungar*, Der Kindesmord. Schmidtmanns Handb. d. gerichtl. Med. 1907. — *Ungar*, Diskussion siehe Beumer. — *Ungar*, Lochte, Polizeiärztliche Technik 1914.

---