

## T a b e l l e XII.

Vergleichung der Nervenfasernzahl beim Neonatus und  
Mikrocephalus.

Die Zahl der Fasern beim Neonatus ist für 100 genommen.

Goll'sche Stränge . . . . .	100:64
Pyramidenseitenstränge . . . . .	100:66
Vorderstränge neben der Längsspalte . . .	100:78
Vorderstränge in der Nähe der Vorderhörner	100:81
Keilstränge . . . . .	100:82
Kleinhirnseitenstränge . . . . .	100:97.

## XXV.

Ueber compensatorische Hypertrophie der  
Lunge.

(Aus dem Pathologischen Institut zu Halle.)

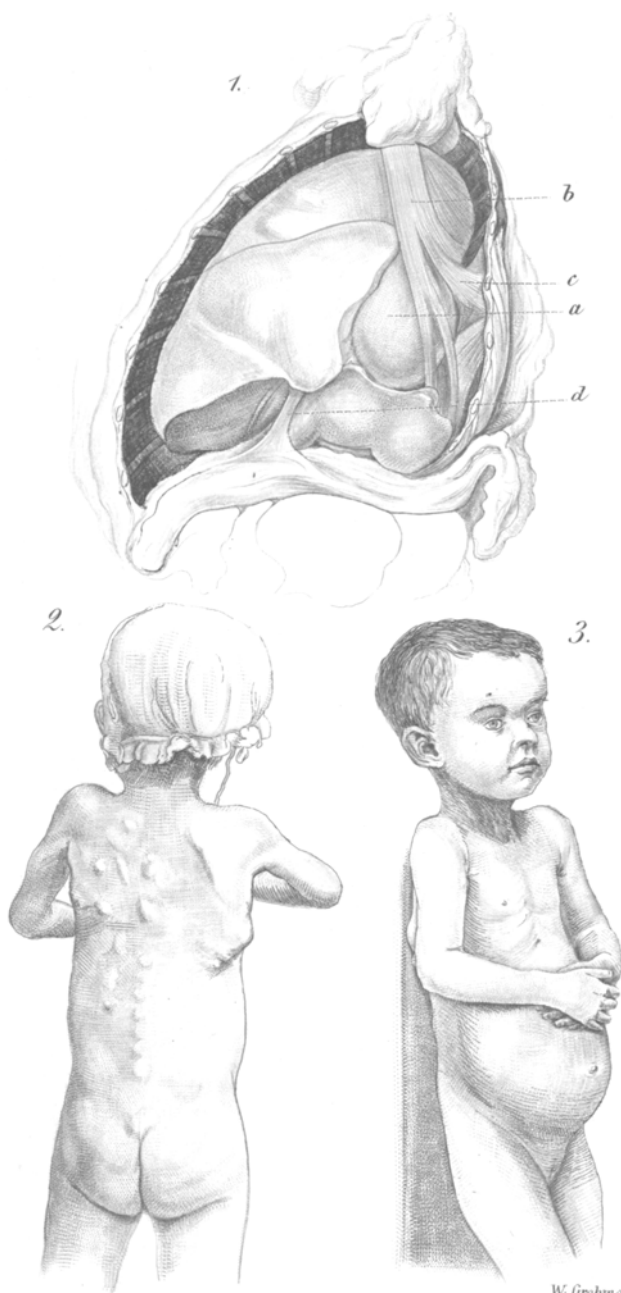
Von Dr. F. Haasler.

(Hierzu Taf. XVI. Fig. 1.)

Von den experimentellen Arbeiten über die Pathologie der Lunge beschäftigen sich nur wenige mit der Frage der Lungen-Resection und -Exstirpation. Die Forscher, die diesen Gegenstand behandelten, hatten bei ihren Versuchen meistens die chirurgisch-technische Seite der Frage im Auge; sie untersuchten, ob es möglich wäre, Theile einer Lunge oder einen ganzen Lungenflügel ohne Nachtheil für das Versuchsthier zu entfernen, und auf welche Art dieser Eingriff am besten auszuführen wäre<sup>1)</sup>. Andere beabsichtigten die Freilegung und Beseitigung von Krankheitsheerden des Lungenparenchyms<sup>2)</sup>. Durch diese Versuche

<sup>1)</sup> Gluck, *Experim. Beitrag zur Frage der Lungenexstirpation*, Berl. klin. Wochenschr. 1881. 44. — H. Schmid, *Experimentelle Studien über partielle Lungenresection*, Berl. klin. Wochenschr. 1881. 51. — Block, *Experimentelles zur Lungenresection*, Deutsche med. Wochenschrift. 1881. 47.

<sup>2)</sup> Biondi, *Lungenexstirpation bei experiment. localisirter Tuberculose*. Wiener med. Jahrb. 84, 2 u. 3.



ist bereits seit mehreren Jahren bekannt, dass man bei Kaninchen und Hunden Stücke der Lunge bis zur Ausdehnung eines ganzen Flügels operativ entfernen kann, und dass die Thiere bei günstigem Verlauf der Wundheilung den Eingriff überraschend gut vertragen. Wie das zurückgelassene Parenchym sich nach der Exstirpation grosser Theile der Lunge verhält, besonders ob nach Analogie anderer Organe compensatorische Wachsthumsvorgänge am Lungenrest oder dem erhaltenen Organ der andern Seite auftreten, darüber fehlen Angaben in den betreffenden Publicationen.

Von der Niere ist ja seit langer Zeit ein hypertrophisch-hyperplastisches Wachsthum der einen bei functionellem Ausfall der anderen durch Sectionserfahrungen und Thierversuche bekannt. Für Nebenniere<sup>1)</sup>, Hoden und Mamma<sup>2)</sup> ist durch neuere experimentelle Arbeiten ebenfalls ein ziemlich regelmässig eintretendes vicariirendes Wachsthum des restirenden Organs nach Exstirpation des anderen nachgewiesen worden. Für die Leber hat Ponfick<sup>3)</sup> gezeigt, dass nach theilweiser Entfernung des Organs eine ausgiebige Compensation durch Recreation statt hat. Es fragte sich nun, ob ähnlich wie bei diesen Organen auch bei der Lunge eine Compensation zu Stande käme. Dafür schien eine Anzahl von Beobachtungen am Sectionstisch zu sprechen, Fälle, in denen bei völligem Mangel oder functionellem Ausfall einer Lunge, eine weit über die Norm hinausgehende Grösse der anderen beschrieben und als compensatorische Hypertrophie gedeutet wurde.

So zählt J. F. Meckel<sup>4)</sup> eine Reihe von Fällen auf, in denen eine Lunge fehlte, und erwähnt bei einem derselben, dass das vorhandene Organ auffallend gross gewesen sei.

Ratjen<sup>5)</sup> fand eine in aussergewöhnlichem Grade gewachsene rechte Lunge, die, das Mediastinum nach links verdrängend, weit

<sup>1)</sup> Stilling, Compens. Hypertrophie d. Nebennieren. Dies. Arch. 118. 569.

<sup>2)</sup> Ribbert, Ueber compens. Hypertr. der Geschlechtsdrüsen. Dies. Arch.

<sup>3)</sup> Ponfick, Experim. Beiträge zur Pathologie d. Leber. Dies. Arch. 118 und 119.

<sup>4)</sup> J. F. Meckel's Handbuch der pathol. Anatomie. I. S. 475 ff.

<sup>5)</sup> Ratjen, Mittheilung eines angeborenen Lungenfehlers. Dies. Arch. 38. S. 172.

in die linke Thoraxhälfte hineinragte, während die linke Lunge sehr klein und völlig atelektatisch war.

Schuchardt<sup>1)</sup> beschreibt eine hypertrophische rechte Lunge, welche, bis in die linke Mamillarlinie reichend, mit ihrem Oberlappen auch die linke obere Thoraxapertur vollkommen erfüllte, während die linke Lunge knapp faustgross, luftleer, pigmenthaltig war.

Chiari<sup>2)</sup> berichtet über einen Fall von Atrophie der linken Lunge bei hochgradiger Bronchiektasie, in welchem die rechte Lunge hyperplastisch vergrössert war und in die linke Thoraxhälfte hinüberreichte.

Grawitz<sup>3)</sup> erwähnt in seiner Arbeit über angeborene Bronchiektasie eine compensatorische Hypertrophie der gesunden Lunge.

Ferner gehören hierher die Fälle von v. Recklinghausen<sup>4)</sup>, Coats<sup>5)</sup> und Burnet<sup>6)</sup>; in allen dreien Hypertrophie der einen Lunge bei sehr geringem Volumen der anderen, sowie ein Fall von Birch-Hirschfeld<sup>7)</sup>: Hypertrophie des Oberlappens bei Atrophie des Unterlappens.

Immerhin muss es auffallen, dass bei der Häufigkeit von Verkümmern einer Lunge, besonders auch während der Zeit des Wachstums, eine vicariirende Vergrösserung der anderen doch nur selten beobachtet wird. Vielmehr scheint nach den alltäglichen Erfahrungen schon ein verhältnissmässig kleiner Theil für die Bedürfnisse des Organismus auszureichen.

Wir haben nun versucht, auf experimentellem Wege einen Beitrag zu der Frage der compensatorischen Lungenhypertrophie zu liefern.

Die Anregung zu diesen Untersuchungen gab eine Arbeit

1) Schuchardt, Hochgradige Atrophie (inveterirte Atelectase) der linken Lunge mit compensatorischer Hypertrophie der rechten. Dies. Arch. 101. S. 71.

2) Chiari, Bericht der k. k. Krankenanstalt Rudolfsstiftung in Wien vom Jahre 1880. S. 468.

3) Grawitz, Ueber angeborene Bronchiektasie. Dies. Arch. Bd. 82. S. 217.

4) v. Recklinghausen, Pathologie des Kreislaufs und der Ernährung. S. 315.

5) Coats, Manual of pathology. London 1883. p. 513.

6) Burnet, Transact of the path. soc. of London. 36. B. 1885.

7) Birch-Hirschfeld, mündliche Mittheilung.

des Herrn Geh. Rath Ackermann<sup>1)</sup> über den Ausgleich der Circulationsstörungen nach Ausschaltung grösserer Theile des kleinen Kreislaufs. Ackermann resecirte bei seinen Experimenten grosse Stücke einer Lunge; die Versuchsthiere vertrugen im Allgemeinen den Eingriff gut. Es lag nahe, an diesen Thieren das Verhalten des zurückgelassenen Lungenparenchyms, bezw. der intacten Lunge, zu untersuchen, speciell auf Vorgänge der Recreation und der compensatorischen Hypertrophie. Herr Geheimrath Ackermann gestattete mir gütigst, diese Untersuchungen vorzunehmen und unterstützte mich in liebenswürdigster Weise bei der Ausführung der Experimente.

Die Experimente wurden an Kaninchen und Hunden, und zwar grössten Theils an wachsenden Thieren, angestellt. Den Thieren wurde ein grosses Stück einer Lunge, bis zur Ausdehnung eines ganzen Lungenflügels, exstirpirt, und nach verschiedenen langer Zeit das Verhalten des Lungenrestes und der anderen Lunge untersucht.

Die Technik der Experimente war eine einfache. Die betreffende Thoraxseite wurde sorgfältig rasirt und abgeseift, dann mit Aether abgerieben, mit Sublimatlösung desinficirt. Parallel dem Sternum, 1—2 cm nach aussen von ihm wurde der Hautschnitt geführt, in derselben Richtung die Musculatur durchtrennt und die Rippen freigelegt. Sodann wurden die Rippen in ihrem knöchernen Theil jedoch nahe der Knorpelgrenze mit der Scheere durchtrennt, gleichzeitig Intercostalmuskeln und Pleura. Für gewöhnlich wurde die 2. bis 5. Rippe durchschnitten. Man kann nun die Wundränder mit stumpfen Haken bequem so weit aus einander ziehen, dass man mit zwei Fingern in die Pleurahöhle eingehen kann. Dies gelingt mühelos auch bei jungen Kaninchen. Einige Schwierigkeiten macht es dann, die Lunge zu erfassen. Bei Fixirung mit Pincette oder Naht reisst das zarte Gewebe leicht ein, das Organ entweicht und man erhält starke Blutungen. Am zweckmässigsten hat es sich uns erwiesen, die Lunge einfach mit den Fingern zu fassen und aus dem Pleurasack in die Thoraxwunde hervorzuziehen. Dann

<sup>1)</sup> Die Blutgefässe in den Pseudoligamenten der Pleura und ihre Bedeutung für den Lungenkreislauf, von Prof. Ackermann-Halle. Fortschritte d. Medicin, Jahrg. 7. S. 261.

legt man eine Catgutschlinge um den Hilus, macht eine feste Unterbindung en masse und trägt das Organ mit der Scheere ab. Im Allgemeinen verläuft die ganze Operation ohne jede nennenswerthe Blutung. Sollte aus einer Intercoastal- oder Muskelarterie oder aus dem angerissenen Lungenparenchym eine Blutung stattgefunden haben, so wird die Pleurahöhle gereinigt, der Lungenstumpf nochmals auf Blutung untersucht, eventuell nochmals ligirt, dann die Wunde geschlossen. Die tiefen Theile werden, nachdem die Schnittflächen der Rippen an einander gepasst sind, durch Knopfnähte in zwei Etagen vereinigt, der Hautschnitt wird durch fortlaufende Naht geschlossen, durch Jodoformcollodium geschützt. Bei Hunden führten wir die Operation in Opiumnarkose aus.

Bei unseren ersten Experimenten haben wir die Operationsmethode vielfach variirt, so besonders in Bezug auf die Schnittführung, haben jedoch die beschriebene Methode als die bequemste und sicherste befunden und später nur nach dieser operirt. In den meisten Fällen wurde nicht die ganze Lunge entfernt, sondern ein unbedeutender Theil, und zwar rechts meistens der an der Hohlvene gelegene kleine Lappen zurückgelassen. Dies geschah, weil wir die Fortnahme des übrigen Lungenparenchyms der betreffenden Seite für hinreichend hielten, um etwaige compensatorische Veränderungen eintreten zu lassen, nicht etwa wegen technischer Schwierigkeit der totalen Resection. In der Mehrzahl der Fälle operirten wir an der rechten Seite, weil hier wegen der Lage des Herzens die Operation etwas sicherer auszuführen ist; es besteht jedoch kein wesentlicher Unterschied zwischen der rechtsseitigen und linksseitigen Resection. Wenngleich man bei sorgfältiger Beobachtung der Antiseptik und bei ruhiger Ausführung der Operation den Eingriff ohne wesentliche Gefährdung des Versuchsthiers ausführen kann, so sind uns doch in der ersten Zeit mehrere der operirten Thiere während der Operation oder kurz nach derselben eingegangen. Im Ganzen führten wir bei 31 Thieren, 26 Kaninchen und 5 Hunden, die Lungenexstirpation aus. Hiervon starben 8 Kaninchen während der Operation, meistens an Blutung aus dem Lungenstumpf, einmal in Folge von Eröffnung des Pleurasacks der anderen Seite durch Zerreißen des Mediastinums. In den ersten acht Tagen nach der Operation verendeten fünf

Kaninchen in Folge von Pleuritis und Pericarditis, ferner drei Kaninchen, bei denen die Section keinen Aufschluss über die Todesursache gab. Diese drei letzterwähnten Thiere waren jedoch sämmtlich hoch gravid, und es ist wohl denkbar, dass hierdurch die zurückgelassene Lunge in ausgiebigen Athembewegungen behindert wurde.

Die übrigen Thiere überstanden die Operation gut, erholten sich meistens schon am nächsten Tage von dem Eingriff und entwickelten sich, so weit es sich um junge Thiere handelte, völlig wie gesunde.

Wenn nun die Exstirpation eines Lungenflügels ein sofort eintretendes compensatorisches Wachsthum der anderen Lunge zur Folge hat, so kann dieses nach unserer Ansicht in den ersten Tagen nach der Operation nur dadurch nachgewiesen werden, dass man eine Vermehrung der Kern- und Zelltheilungsvorgänge des vicariirenden Organs festzustellen vermag. Es müssten dann diese Proliferationsvorgänge gegen das normale Wachsthum eine quantitative Zunahme zeigen.

Wir haben nun sechs von unsern Versuchsthieren am 1. bis 7. Tage nach der Operation durch Verbluten oder Narkose getödtet, und den etwa vorhandenen Lungenrest sowie das Organ der Gegenseite darauf untersucht, ob Zeichen einer Beschleunigung der Wachsthumsvorgänge vorhanden wären. Wir nahmen zu diesen Experimenten wachsende Thiere im Alter von 10 bis 14 Wochen und benutzten zum Vergleich theils die operativ entfernten exstirpirten Organe, theils Lungen von Controlthieren des gleichen Wurfes. Wir verglichen nun an gleichwerthigen Präparaten die Zahl der Kerntheilungen, um festzustellen, ob ein reichlicheres Auftreten von Mitosen nach Exstirpation einer Lunge in dem zurückgebliebenen, wachsenden Organ zu beobachten wäre. Dieses war jedoch nicht der Fall, es liess sich histologisch kein Unterschied auffinden. Ein unmittelbar nach der Exstirpation einsetzendes compensatorisches Wachsthum war hiernach nicht erkennbar, ob ein solches sich allmählich im Verlauf eines längeren Zeitraumes ausbilden könne, wurde in einer zweiten Versuchsreihe untersucht.

Diese umfasst sechs Versuche, von denen vier an Kaninchen, zwei an Hunden angestellt wurden; wieder waren es nur

junge Thiere im Alter von zehn bis vierzehn Wochen, die zur Operation kamen. Die Lebensdauer nach der Lungenexstirpation betrug 4 Wochen bis 16 Monate. Die Thiere wurden durch Durchschneidung der Carotis getödtet, nachdem zuvor die Athembewegungen des Thorax, sowie vom eröffneten Abdomen aus Stand und Bewegung des Zwerchfells inspicirt worden waren. Dann wurden die Pleurahöhlen geöffnet und zwar zunächst die auf der operirten Seite.

Es fragte sich nun, welche Anhaltspunkte man benutzen durfte, um bei der Section das Vorhandensein oder Fehlen einer compensatorischen Hypertrophie der Lunge zu beurtheilen. Die bei anderen Organen üblichen Methoden können bei der Lunge nicht gut angewendet werden. Die Bestimmung der Maasse und des Volumens ist bei dem lufthaltigen Organ zu wenig verlässlich, als dass man von ihr brauchbare Werthe für den Vergleich normaler und hypertrophischer Lungen erwarten könnte. Auch Gewichtsbestimmungen schienen uns keinen grossen Werth zu haben, da das Gewicht der Lunge selbst bei Thieren desselben Wurfes verhältnissmässig weiten Schwankungen unterworfen ist, welche bei den kleinen Zahlen, um die es sich bei diesen Wägungen handelt, leicht zu Täuschungen führen können. Am ersten könnte man das Verhältniss des Gewichts der Lunge zum Körpergewicht verwerthen, doch auch diese Zahl ist zu unbeständig, vor Allem zu abhängig von dem Ernährungszustand des betreffenden Thieres. Als einwandsfrei und zuverlässig ist es uns erschienen, neben einer offenbar vorhandenen Grössenzunahme allein den abnormen Situs als Ausdruck einer Vergrösserung der Lunge anzusehen und hiernach die Hypertrophie zu beurtheilen, wobei natürlich auf alle den Situs beeinflussende Momente, wie Pleuraerguss, Emphysem u. s. w. Rücksicht genommen werden musste.

Wir fanden nun in fünf von diesen sechs Fällen nichts, was für eine Hypertrophie der zurückgelassenen Lunge hätte sprechen können; sie nahm ihren normalen Platz ein und überschritt nach keiner Richtung hin ihre normalen Grenzen. Von der anderen Lunge fanden sich in drei Fällen ganz minimale lufthaltige Reste am Hilus; zwei mal war der um die Hohlvene gelagerte Lappen bei der Operation zurückgeblieben und selbstständig weiterge-



wachsen, ohne jedoch eine besonders mächtige Entwicklung zu zeigen.

Nur bei einem Versuchsthier fand sich eine ausgesprochene compensatorische Hypertrophie seiner Lunge.

Es war dies ein Hund von kleiner Rasse, der, 10 Wochen alt, am 12. December 1890 operirt worden war, indem ihm die linke Lunge bis auf kleine, am Hilus zurückbleibende Reste exstirpirt wurde. Er hatte den Eingriff sehr gut ertragen und sich — mit einem Controlthier desselben Wurfs verglichen — recht kräftig entwickelt. Am 23. Juni 1891, also nach etwa einem halben Jahr, wurde er durch Oeffnung der rechten Carotis getödtet, nachdem zuvor in Chloroformnarkose das Zwerchfell vom Abdomen her inspicirt worden war. Es stand beiderseits gleich hoch und bewegte sich bei der Respiration durchaus gleichmässig. Auch die beiden Seiten des Thorax zeigten keinen erkennbaren Unterschied in den Athembewegungen. An der rechten Thoraxhälfte war die Wölbung stärker, die maximale Distanz vom Sterno-Clavicular-Gelenk zum Rippenrand grösser, die Inter-costalräume waren breiter als linkerseits. Sternum und Wirbelsäule waren leicht nach links concav.

Nach Oeffnung der Brusthöhle<sup>1)</sup> zeigte es sich, dass die rechte Lunge, das Herz von oben und unten her umgreifend, beide Thoraxhälften fast völlig ausfüllte, bis auf ein hinter dem Herzen am linken Hilus gelegenes, von zahlreichen Pseudomembranen und Ligamenten eingeschlossenes Gewebstück, den Rest der linken Lunge. Dieser war lufthaltig, länglich rund, etwa von der Grösse einer Erbse; von der Trachea her liess er sich aufblasen. Die rechte Lunge erschien, besonders in der Breitendimension, vergrössert, und zwar waren namentlich der Oberlappen und der um die Cava inf. gelagerte vierte Lappen verbreitert. Diese beiden schlugen sich mit langen zungenförmigen Fortsätzen vor der Wirbelsäule nach links herüber, die Pleura mediast. fast bis an die linke Thoraxwand vor sich herschiebend. Der Oberlappen war in seinem am weitesten nach links gelegenen Abschnitt in etwa Quadratcentimeter Ausdehnung mit der Pleura verwachsen. Im Uebrigen war die rechte Lunge frei von Adhäsionen. Makro-

<sup>1)</sup> Vergleiche zu der folgenden Beschreibung Taf. XVI. Fig. 1.

skopisch liess die Lunge in ihren einzelnen Abschnitten keine Verschiedenheiten des Parenchyms erkennen, namentlich fand sich kein Emphysem der Randpartien. Es lag also eine die Norm weit überschreitende Vergrösserung der rechten Lunge vor, die wohl nur als der Ausdruck einer compensatorischen Hypertrophie aufgefasst werden kann.

Zur histologischen Untersuchung wurden aus den verschiedenen Lappen und Zungen kleine Stückchen entnommen und unter sich sowie mit normalen Lungen verglichen. In allen Theilen zeigte die Lunge eine normale Structur, sowohl was Grösse und Begrenzung der Alveolen, als was deren Epithel und das der Luftwege anbetraf. Es würde sich hiernach um eine Hyperplasie im Sinne Virchow's handeln; wir haben Hypertrophie gesagt, weil die Mehrzahl der einschlägigen Autoren diesen Ausdruck braucht.

Ferner habe ich noch an drei ausgewachsenen Kaninchen die Totalexstirpation der rechten Lunge ausgeführt. Diese Thiere wurden nach 12, bezw. 22 Wochen, eines erst nach 17 Monaten getödtet. Bei keinem fand sich eine Vergrösserung der linken Lunge.

Aus unseren Versuchen geht hiernach hervor, dass nach Lungenexstirpation eine compensatorische Hypertrophie der anderen Lunge für gewöhnlich nicht eintritt, sondern sich nur in einzelnen Fällen beim wachsenden Thier ausbilden kann.

Ueber das Verhalten der operirten Seite wäre noch Einiges zu bemerken. Am Lungenstumpf und auf der Pleura fanden sich in früheren Stadien trockene Fibrinauflagerungen, in späteren spannte sich ein zartes Netzwerk von Adhäsionen, zumeist vom Stumpf ausgehend durch den Pleuraraum. War centralwärts der Ligatur Lungengewebe zurückgeblieben, oder der hinter der Cava inf. gelegene Lappen (Lob. inf. med.) nicht abgeschnürt worden, so hatten diese Theile weiter functionirt und zeigten in ihren histologischen Verhältnissen keine Abweichung von normalem Lungenparenchym. Der genannte Lappen hatte sich bei jugendlichen Thieren, entsprechend dem fortschreitenden Wachsthum, vergrössert, ohne jedoch jemals excessive Entwicklung zu zeigen. Vorgänge der Recreation, analog den von Ponfick für die Leber beschriebenen, haben wir am Lungenrest

nicht beobachtet. Wie bei der Beschreibung der Operationstechnik bemerkt wurde, haben wir eine Verkleinerung des Thoraxraumes nach der Lungenexstirpation nicht vorgenommen. Bei der Section fand sich der Pleuraraum mit Luft angefüllt, wie sich durch Eröffnung desselben unter Wasser leicht constatiren liess.

Bei den nach vollendetem Wachsthum operirten Thieren zeigten die Thoraxhälften noch lange Zeit (17 Monate) nach der Operation keine erheblichen Differenzen. Anders bei den jugendlichen Thieren. Hier blieb die operirte Seite beträchtlich in der Entwicklung zurück, es bildete sich eine Verkrümmung der Wirbelsäule und des Brustbeins aus, wie sie weiter oben beschrieben wurde.

Am Herzen rief die Ausschaltung eines grösseren Theiles des kleinen Kreislaufs keine anatomisch erkennbaren Veränderungen hervor.

---

### Erklärung der Abbildung.

Taf. XVI. Fig. 1.

(Vergleiche Beschreibung im Text Seite 534.)

Die Abbildung zeigt den geöffneten Thorax eines Hundes, welchem etwa  $\frac{1}{2}$  Jahr vor seinem, durch Eröffnung der rechten Carotis herbeigeführten Tode die linke Lunge bis auf einen kleinen Rest exstirpirt worden war. Die offenbar vergrösserte rechte Lunge reicht weit in die übrigens erheblich abgeflachte linke Thoraxhälfte hinein und überragt in bedeutender Ausdehnung das Herz (a). Bei b das ebenfalls nach links verschobene Mediastinum. Bei c umfängliche Pseudoligamente, welche den bei der Operation stehen gebliebenen Rest der linken Lunge einschliessen. Bei d. Vena cava inf., hinter welcher sich ein übrigens normaler Fortsatz des unteren Lappens der rechten Lunge ebenfalls sehr weit nach links erstreckt.

---