Aus der Königlichen chirurgischen Universitätsklinik zu Berlin
(Geheimrat Bier).

Überdrucknarkosenapparate.

Eine kritische Besprechung nebst Mitteilungen über
einen neuen vereinfachten Apparat.

Von Dr. **W. Gerlach**, Volontärassistent der Klinik.

(Mit 1 Abbildung.)

Um den operativen Pneumothorax zu beseitigen, muß man den Luftdruck an der Mündung des menschlichen Atemrohres um einiges erhöhen gegenüber dem Luftdruck, der über der freigelegten Lunge herrscht. Bekanntlich hat man dies auf doppelte Weise erreicht: erstens, indem man den Druck über der Lunge unter den normalen Luftdruck herabgesetzt oder zweitens, indem man den Druck an Mund und Nase erhöht hat. Beide Arten, das Unter- wie das Überdruckverfahren finden heute ausgedehnte Anwendung. Es mag darum auffallen, daß wir uns vornehmen, in dieser Arbeit nur das Überdruckverfahren in Betracht zu ziehen, und die Methode des Unterdrucks vernachlässigen, obwohl gerade das Unterdruckverfahren die großen Erfolge auf dem Gebiet der Thoraxchirurgie veranlaßt hat und seitdem nicht unbeträchtlich vervollkommen wurde. Dazu kommt, daß neuere Untersuchungen z. B. von Cloëtta und Tiegel keinen Zweifel darüber gelassen haben, daß das Unterdruckverfahren in geringerem Grad als das Überdruckverfahren die physiologischen Verhältnisse bei der Respiration stört. Wenn wir trotzdem unsere Ausführungen auf die Methode des Überdrucks beschränken, so geschieht es aus der Überzeugung, daß diese Methode allein technisch eine solche Vereinfachung und Verbilligung der Apparate zuläßt, daß sie auch im Betrieb des kleineren Krankenhauses und in der Hand des weniger geübten Chirurgen sich ermöglichen und bewähren.

Und dies ist das Ziel, das wir zu erreichen streben: daß die Thoraxchirurgie nicht wie bisher ausschließliches Dominium der großen Krankenhäuser bleibe, sondern daß sie ein Betätigungsfeld für die allgemeine chirurgische Kunst wird. Freilich einer Voraussetzung für ihre Anwendung muß die Methode des Überdrucks, wenn sie schon die physiologischen Verhältnisse nicht und in noch geringerem Maß als das Unterdruckverfahren aufrecht erhält, streng gerecht werden, nämlich, daß die Einatmung der Druckluft als solcher in keiner Weise schädlich auf den Patienten wirkt. Dies ist bei mäßiger Druckdifferenz der Fall. Sauerbruch hat bekanntlich immer an der Anschauung festgehalten, daß das Unterdruckverfahren physiologisch besser sei, aber auch er mußte schließlich zugeben, daß in praxi bei genügender Vorsicht nichts gegen die Methode des Überdrucks einzuwenden ist und nach den zahlreichen Erfahrungen der letzten Jahre pflichten hierin alle Autoren seinem Urteil bei. Diese Vorbedingung ist also erfüllt. Aber darüber hinaus stellt der Chirurg, der einen Überdruckapparat bei seinen Operationen benutzen will, eine Reihe von Anforderungen, denen ein leistungsfähiger, brauchbarer Apparat genügen muß. Diese sollen in Kürze zusammengefaßt und zugleich soll gezeigt werden, inwieweit ihnen die bisher konstruierten Apparate Rechnung tragen.

Als Hauptgesichtspunkte bei der Beurteilung jedes Apparates kommen in Betracht

1. die Atmung selbst,
2. die Asepsis,
3. die Narkose,
4. die Vermeidung von Störungen,
5. die Erfüllung praktischer Bedürfnisse.

Auf Grund der in der Literatur niedergelegten Erfahrungen lassen sich die Anforderungen zu 1. folgendermaßen präzisieren:

Den Lungen muß zu jedem Atemzug eine genügend große Menge Luft, die sich unter möglichst gleichmäßigem, gegenüber dem Atmosphärendruck etwas erhöhtem Druck befindet, zur Verfügung stehen.

Man hat auf die Druckkonstanz der Atemluft nicht immer Wert gelegt. Im Anfang der Entwicklung des Überdruckver-

fahrens hielt man es gerade für einen Vorteil, mit der Insufflation der Luft die darauffolgende Aspiration zu verbinden und diese Anschauung kam in zahlreichen Apparaten, besonders französischer und amerikanischer Chirurgen, zum Ausdruck. Druckpumpe und besonders der Blasebalg dienten als Überdruckquelle bei dieser Methode, die ja eigentlich nichts anderes war als eine künstliche Atmung. Als nun Sauerbruch durch seine grundlegenden Untersuchungen über künstliche Atmung zeigte, daß die gewaltsame Änderung des Blähungsgrades der Lunge mancherlei Schädigungen für das Lungengewebe und für die Zirkulation, daneben noch vermehrten Wärmeverlust und eine Vergrößerung der Infektionsgefahr zur Folge hat, war auch das Urteil über die Apparate, welche die Folgen des operativen Pneumothorax durch künstliche Atmung beseitigen wollten, gesprochen. Die Richtigkeit der Sauerbruchschen Ansicht ist heute nicht mehr bestritten, doch begegnete sie anfangs manchem Widerspruch. Es wurden verschiedentlich auch nach ihrer Mitteilung, die im Jahr 1904 erfolgte, noch Apparate, welche inkonstanten Luftdruck zur Einblasung bzw. Einatmung benützten, angegeben, aber immer folgte rasch ihre Modifikation zur Druckkonstanz. So ging es dem von Brat 1905 angegebenen Apparat, in dessen Beschreibung die „Änderung des Atmungsmodus als erwünscht“ bezeichnet wurde; drei Jahre später wurde er von Brat und Schmieden gemeinsam in Anerkennung, daß die Überlegenheit der Druckdifferenz über die künstliche Atmung feststehe, abgeändert. Ebenso wurde in dem von Meltzer und Auer angegebenen Insufflationsapparat der inkonstanten Druck liefernde Blasebalg gleichzeitig von deutscher wie von amerikanischer Seite durch Nordmann und Elsberg ersetzt durch einen Druckkonstanz garantierenden elektrischen Antrieb. Der letztgenannte Autor hat dabei allerdings der Theorie von der Nützlichkeit der Druckschwankungen noch einmal das Wort geredet.

Doch ist, wie gesagt, die Übereinstimmung über diesen Punkt eine allgemeine und die Ansicht eines einzelnen kann dagegen nicht ins Gewicht fallen. Rein aus praktischen Gründen ist nun zwar auch Nordmann von seinem zuerst eingenommenen Standpunkt in allerletzter Zeit wieder abgekommen und empfiehlt in einer der letzten Nummern der Deutschen medizinischen

Wochenschrift den alten Meltzer-Auerschen Apparat mit Blasebalgantrieb. Aber auch seine Behauptung, auf die er sich wesentlich stützt, daß die Druckschwankungen praktisch bedeutungslos seien, und daß der Überdruck in den Lungen trotz der Schwankungen des Manometers ein genügend konstanter sei, können uns nicht hindern, den Versuch der Wiedereinführung künstlicher Atmung an Stelle von Druckdifferenz als Rückschritt anzusehen. Das Bestreben, den Überdruckapparat zu vereinfachen, ist natürlich anzuerkennen, aber es darf nicht soweit gehen, daß man sich ohne weiteres über so wohlbegründete Meinungen wie die von der Schädlichkeit der Druckschwankungen hinwegsetzt.

Wir lehnen also Apparate zur künstlichen Atmung für unsern Zweck in jeder Form ab und verlangen, daß die Überdruckluft unter gleichmäßigem Druck zugeführt wird; wir verlangen nun aber auch weiter, daß dieser Druck sich in bestimmten Grenzen hält, vor allem muß eine dauernde Aufblähung der Lunge vermieden werden. Wir müssen uns hier gleich mit einem Apparat auseinandersetzen, der auf eine dauernde Aufblähung der Lunge zwar jetzt verzichtet, sie aber doch anfangs erstrebt hat. Es ist dies der bereits erwähnte, von den amerikanischen Chirurgen Meltzer und Auer angegebene und von Elsberg vielfach angewendete und erprobte Insufflationsapparat. Eine Röhre, z. B. ein Katheter, wird dabei in die Trachea eingeführt; sie mündet an der Teilungsstelle in die beiden Bronchialäste. Durch die Röhre fließt die unter Überdruck stehende Luft zu und, damit die verbrauchte Luft ungehinderten Abzug habe, darf das Lumen der Röhre nur die Hälfte des Durchmessers der Trachea betragen. Letztere wird also in eine Doppelröhre zerlegt. Die Absicht ist nun, durch einen dauernden Luftstrom, der an den Alveolenwänden vorbeistreicht, die nötige Sauerstoffmenge zuzuführen. Der Druck wird, um dies zu erreichen, ziemlich höher genommen als bei den anderen Apparaten, nach Elsbergs Angabe + 20 mm Hg und mehr. Es hat sich nun gezeigt, daß einmal die Gefäße der Lunge dabei eine nicht unbeträchtliche Kompression erfahren und das rechte Herz dementsprechend eine größere Arbeit leisten muß, vor allem aber hat sich die Annahme, daß ein an den Alveolenwänden vorbeiziehender Luftstrom durch diese Art der Insufflation entstehe, nicht bestätigt. Du Bois-Rey-

mond und Schlesinger konnten nachweisen, daß der Luftstrom, wenn die Alveolen einmal gefüllt sind, unmittelbar unterhalb der Mündung der eingeführten Röhre sich nach außen umkehrt. Von sich aus sind die elastischen Fasern nicht imstande, gegen den stark erhöhten Druck die Luft aus den Alveolen auszudrücken; es kommt also dort zu einer gefährlichen Stagnation der Luft, zur Anhäufung von Kohlensäure und zum Mangel an Sauerstoff. Auf diese übeln Folgen dauernder Blähung hat übrigens auch Nordmann in seiner neuesten Publikation wieder aufmerksam gemacht. Nur durch häufiges Kollabierenlassen der Lunge kann ihnen begegnet werden. Beobachtet man diese Maßregel, die auch Elsberg durchaus für notwendig hält, so läßt sich allerdings gegen die Insufflationsmethode nichts weiter sagen, als daß eben dann die häufigeren Druckschwankungen wieder mit in Kauf genommen werden müssen. Sicher ist es, damit die innere Atmung sich ohne Störung weiter vollzieht, am schonendsten und zweckmäßigsten, der Lunge ihren natürlichen Wechsel von Inspirations- und Expirationsstellung zu belassen, ihn jedenfalls nur wenig zu beschränken, wenn die Operation bei beweglicher Lunge auf Schwierigkeiten stößt. Der für gewöhnlich zu wählende Mitteldruck beträgt $+10$ mm Hg. Nur beim Verschuß der Pleurahöhle wird man, um die Lunge in die Pleurawunde einzupressen und dadurch alle Luft aus dem Pleura-raum zu entfernen, von höherem Druck Gebrauch machen. Sehr oft wird es aber auch genügen, einen Druck von $+6$ oder $+8$ mm Hg anzuwenden.

Wir haben ausgeführt, daß alle gewaltsamen Druckschwankungen schädlich und deshalb zu vermeiden sind und wir haben deshalb alle Apparate, welche nicht einen konstanten Luftstrom erzeugen, als unzweckmäßig zurückgewiesen. Es erhebt sich nun die Frage, wie die Druckschwankungen zu beurteilen sind, welche durch die Atmung selbst, wenn sie in geschlossenem Raum erfolgt, in höherem oder geringerem Grad veranlaßt werden. Wir stehen auch hier auf dem Standpunkt, daß es gut ist, diese Schwankungen möglichst zu eliminieren, daß man sie aber, da sie weit geringer und weniger brüsk sind als jene durch Pumpe oder Blasebalg hervorgerufenen, wenn sich andere Vorteile dafür bieten, auch ohne Gefahr unberücksichtigt lassen kann.

Damit sind wir zur Besprechung der anderen Haupttypen von Überdruckapparaten gekommen, die neben der bereits abgehandelten Insufflationsmethode in der Entwicklungsgeschichte des Überdruckverfahrens von Wichtigkeit sind, den Kasten-, Masken- und Intubationsapparaten. Wir halten es nun nicht für nötig, jeden Apparat im einzelnen zu beschreiben, zumal da manche wenig voneinander verschieden sind, sondern es scheint dem Zweck dieser Arbeit zu genügen, wenn wir uns mit den Hauptvertretern jeder Gruppe befassen.

Es interessiert uns, nachdem die Notwendigkeit der Druckkonstanz einmal anerkannt ist, auch weiter nicht, ob dieselbe auf elektrischem Wege, durch Wasserdruck oder durch eine Bombe, die komprimierte Luft enthält, erreicht wird, ebensowenig wie die Beschaffenheit des an der Abflußstelle der verbrauchten Luft angebrachten Ventils, durch das in den meisten Apparaten der Druck von rückwärts reguliert werden kann; vom Standpunkt der Erzielung einer möglichst physiologischen Atmung kommt nur in Betracht die Art und Weise, wie die Atemluft den Atemorganen angeboten wird, ob in einem großen Kasten oder in kleiner Maske oder durch Zuleitung in einer Röhre. Denn davon hängt, wie wir schon angedeutet haben, ab, in welchem Maß durch die Atmung selbst Druckschwankungen entstehen.

Der Typus eines sogenannten Kastenapparates ist der von Brauer 1905 angegebene. Der für uns wesentliche Teil desselben ist ein 150 l Luft fassender, den ganzen Kopf des Patienten samt den Händen des Narkotiseurs einschließender Kasten. Die Luft strömt unter einem bestimmten Druck gleichmäßig an einer Stelle ein und verläßt den Kasten wieder an anderem Ort durch ein Ventil, das den Druck im Kasten reguliert und konstant erhält. Hier, bei Zwischenschaltung eines so großen Raumes zwischen Druckquelle und Atemorgan ist es klar, daß auch die Anwendung eines Blasebalgs z. B. zur Druckerzeugung keine Schwankungen jenseits des Kastens hervorrufen könnte; ebensowenig kann durch die Aspiration von Luft der Druck im Kasten auch nur für einen Augenblick merkbar erniedrigt oder durch Expiration erhöht werden. Es gibt keine Atemschwankungen und dieser Apparat ist, was die Atmung betrifft, einwandsfrei. Dasselbe kann man sagen von dem ebenso, nur etwas kleiner

konstruierten K a r e w s k i s c h e n Apparat und dem eigentlich schon als Überdruckkammer zu bezeichnenden Apparat von Engelken, in dessen Kasten außer dem Kopf des Patienten noch der Narkotiseur und eine Sauerstoffbombe Platz haben.

Wird der Kasten so klein, daß er nur noch Mund und Nase einschließt, so haben wir das charakteristische Stück der Maskenapparate. Die Zuflußöffnung und Abflußöffnung der Luft bleibt genau, wie bei den Kastenapparaten eben beschrieben; ebenso ist ein regulierendes Ventil vorhanden. Die vielen angegebenen Apparate unterscheiden sich meistens nur durch ihre Überdruckquelle, durch verschiedene Arten der Ventile, überhaupt durch die größere oder geringere Kompliziertheit ihrer Apparatur. In Hinsicht des Atemvorgangs verhalten sie sich ziemlich gleich.

Bei ihrer Anwendung nämlich lassen sich die Atemschwankungen nicht mehr verhüten, sie können höchstens durch besondere Vorrichtungen gemildert werden. Sie kommen so zustande, daß in derselben Zeit, in der Luft aus der Maske aspiriert wird, nicht ebensoviel durch das zuleitende Rohr nachströmt, der Druck also sich herabmindert und nach Tiegel sogar negativ werden kann. Umgekehrt vermag bei Expiration nicht sofort die vermehrt in die Maske eindringende Luft durch das Ventil abzufließen, es kommt vorübergehend zu weiterer Druckerhöhung. Dasselbe ist der Fall, wo die Luft durch eine Röhre direkt in den Larynx eingeführt wird wie beim K u h n s c h e n Intubationsapparat oder bei den anderen Apparaten, mit denen Intubation verbunden werden kann, z. B. dem B r a t - S c h m i e d e n s c h e n. Die Schwankungen sind um so größer, je enger das Lumen des Zuleitungsrohres ist. Sie können gemildert werden durch eine Erweiterung des Rohres, wie sie beim Tiegelschen Apparat angebracht ist in Gestalt eines elastischen Ballons, der seinerseits mit der Maske kommuniziert. Seine Wirkungsweise bedarf wohl keiner weiteren Erklärung. Wird der Druck in der Maske durch die Aspiration niedriger, so strömt sofort vom Ballon Luft nach und seine elastische Wand hebt den Druck wieder auf das frühere Niveau und ganz ähnlich ist es bei der Expiration. Je größer dieser druckkompensierende Luftraum ist und je näher er Mund und Nase liegt, desto besser. Es lassen sich auf diese Weise die Schwan-

kungen auf wenige Millimeter Hg reduzieren und sind dann ohne Belang. Unser Urteil über die Maskenapparate kommt zu dem Ende, daß sie, immer nur in Rücksicht auf die Atmung, alle brauchbar sind, und zwar um so besser, je weniger die Atemschwankungen auftreten.

Wesentlich rascher werden wir uns orientieren, wenn wir jetzt das Verhältnis der Überdruckapparate zu den Erfordernissen der Asepsis prüfen. Man kann sich eigentlich begnügen, zu sagen, daß die Möglichkeit aseptischen Operierens im selben Verhältnis zunimmt, als die nicht sterilisierbaren und den Operateur eventuell hindernden Apparateile, besonders soweit sie an den Kopf des Patienten zu liegen kommen, an Umfang geringer werden. So werden den Kastenapparaten die Maskenapparate und diesen wieder die Intubations- und Insufflationsapparate vorzuziehen sein. Natürlich muß auch in Rechnung gezogen werden, ob der dem Gesicht anliegende Teil einer ihn bedienenden Hand bedarf oder ob die ganze Konstruktion des Apparats häufigere Störungen der Überdrucknarkose herbeiführt, welche ihrerseits wieder die Asepsis gefährdende Manipulationen nötig machen. Wir sehen also, daß die gute Asepsis wieder in nicht geringem Maß von einer guten Narkose abhängig ist. Was müssen die Apparate in dieser Hinsicht leisten? Sie müssen möglich machen, daß zugleich mit der Druckluft das Narkotikum einströmt; es ist gut, wenn dasselbe genau dosierbar ist; es muß ferner die Zufuhr des Narkotikums rasch unterbrochen werden können, ohne daß der Luftstrom eine Veränderung erleidet. Es fragt sich vielleicht, ob außer der Möglichkeit, Druckluft mit und ohne Narkose zuzuleiten, noch eine Einrichtung erforderlich ist, die erlaubt, Narkose ohne Überdruck anzuwenden. Es gibt ja wohl Stadien während der Operation, wo ein Kollaps der Lunge erwünscht ist, ohne daß die Tiefe der Narkose darunter Not leiden darf. Für diesen Fall ist eine entsprechende Vorrichtung sicher von Vorteil. Aber als unumgänglich möchten wir sie, da doch die Lunge kaum längere Zeit im kollabierten Zustand belassen wird, nicht ansehen. Ebenso wenig wie die Armierung des Apparats mit einem Sauerstoffbombe, wie es Garrè verlangt. Überhaupt Sauerstoff an Stelle der Luft zu verwenden, liegt kein Grund vor, es könnte sich höchstens um eine Zufuhr von Sauerstoff zum Luftstrom handeln bei

irgendwelchen bedrohlichen Atmungsstörungen. Nun lassen sich diese aber, wenn man nur die Vorsicht gebraucht, der Lunge ihren natürlichen Blähungswechsel zu belassen oder ihr von Zeit zu Zeit eine vollkommene Zusammenziehung zu erlauben, ziemlich sicher vermeiden. Und kommt es doch einmal zu einer Störung, so haben wir in der geeignet regulierten Zufuhr von Luft ein genügendes Hilfsmittel dagegen. Brüning sagt am Schluß einer ausführlichen experimentellen Arbeit über die Anwendung von Sauerstoff und komprimierter Luft zur Narkose, daß bei Narkosezufällen die künstliche Atmung allein stets hinreichend sei und die Sauerstoffatmung keine Vorteile biete.

Derselbe Autor macht noch auf die Wichtigkeit einer anderen Sache bei der Zuführung komprimierter Luft aufmerksam. Das ist auf ihren Feuchtigkeitsgehalt. Er konnte an Mäusen nachweisen, daß, wenn trockene Überdruckluft angewendet wurde, es in den Alveolen zu starkem Blutkörperchenausstrom kam, die Alveolen wurden bei längerer Dauer mit Blut ausgefüllt und die Tiere gingen zugrunde. Bei den Apparaten, welche keine Bomben benützen, also ihre Luft aus dem Operationssaal selbst entnehmen, hat diese ja wohl immer den nötigen Feuchtigkeitsgrad; aber einem Apparat, wie dem Tiegelschen gegenüber, wo Luft oder Sauerstoff aus Bomben direkt eingeatmet wird, ist diese Feststellung von großer Bedeutung.

Wir müssen hier noch eine Behauptung erwähnen, die von Elsberg aufgestellt, allerdings nicht unwidersprochen geblieben ist. Elsberg glaubte nämlich, daß der Ätherverbrauch bei der von ihm geübten Insufflationsmethode ziemlich geringer sei als bei den anderen Apparaten. Er gab an, daß es ihm nicht gelungen sei, auf diese Art einen Äthertod beim Hund zu veranlassen. Wir haben schon auf die von Du Bois-Reymond und Schlesinger gefundene Tatsache der Umkehr des Luftstroms am Katheterende hingewiesen und könnten deshalb einen geringeren Ätherverbrauch nicht verstehen.

Tatsächlich hat Nordmann auch Narkosetod beim Hund durch die Insufflationsmethode herbeigeführt gesehen und Schlesinger bestreitet nach seinen zahlreichen Experimenten, daß der Ätherverbrauch geringer sei als sonst.

Wir kommen jetzt dazu, auf einige besondere Störungen noch einzugehen, die durch die Narkose oder durch die Überdruckluft hervorgerufen werden können. Es sind dies: Das Erbrechen, die Magenaufblähung und der Pneumothorax der anderen Seite.

Bei Anwendung von Kastenapparaten hat das Erbrechen keine größere Bedeutung als bei einer gewöhnlichen Narkose. Die Hände des Narkotiseurs sind bereit, ohne irgendeine Störung sonst hervorzurufen, die Mundhöhle des Patienten zu reinigen und Aspiration zu verhüten. Dies ist ganz anders bei allen Maskenapparaten; das Erbrochene wird in die Maske entleert, verlegt die Öffnungen für die Luft und wird von dort aus aspiriert, veranlaßt also fast immer eine sofortige Unterbrechung der Überdrucknarkose durch Abnahme und Reinigung der Maske. Das kann unter Umständen eine schwere Störung der Operation bedeuten. Als beste Vorkehrung empfehlen deshalb die Autoren, den Patienten immer erst in tiefe Narkose zu bringen, ehe der Überdrucknarkoseapparat in Tätigkeit tritt. Diese Maßregel mag meistens genügen. Tritt aber doch einmal Erbrechen ein, so müssen alle Maskenapparate, außer etwa dem Tiegelschen, dessen oben erwähnter Gummiballon als Rezipient für das Erbrochene dienen kann, ihre Arbeit unterbrechen.

Bei den Intubationsapparaten soll es, da die Glottis offen ist und die Tube überallhin abgedichtet wird, nicht zum Erbrechen kommen. Dasselbe gälte dann auch für die Insufflationsmethode.

Letztere soll den weiteren Vorzug haben, daß die Speicheldrüsen weniger sezernieren und daß alles, was in die Trachea eindringen will, durch den zwischen Tracheal- und Katheterwand nach außen ziehenden Luftstrom mitgerissen wird.

Magendilatationen wurden bei Kastenapparaten nie beobachtet. Dagegen traten sie bei Maskenanwendung öfter ein; es wurde auch ein Todesfall infolge davon berichtet. Zur Aufblähung des Magens kommt es, nach der gewöhnlichen Meinung, nicht durch Verschlucken der Luft, sondern dadurch, daß der höhere Druck den Sphincter pharyngis ausdehnt und die Luft so in den Ösophagus eindringt. Gerade die Tatsache, daß bei den Kastenapparaten nie eine Magenblähung vorkam, beweist die Richtigkeit dieser Annahme. Denn dort liegt zur luftdichten Be-

festigung des Kastens immer eine elastische Manschette um den Hals, die eine Erweiterung des Ösophagus verhindert.

Da eine Einführung der luftzuleitenden Röhre tief in die Trachea, wie bei der Insufflation, eine Magenaufblähung ausschließt, so ist nur bei den Masken- und Intubationsapparaten dieser Möglichkeit nicht vorgebeugt.

Andererseits dürfen wir an einer Mitteilung Schlesingers nicht vorübergehen, die sich auf eine sonst nicht erwähnte Gefahr bei der Insufflation bezieht. Er beobachtete mehrmals am Tier einen Pneumothorax der anderen Seite, und zwar konnte er direkt während der Operation sehen, wie die Luftblase in der nicht eröffneten Pleurahöhle allmählich größer wurde. Unger beobachtete desgleichen während einer Insufflationsnarkose bei nicht eröffneter Pleura einen Pneumothorax. Man ist sich über die Ursache dieser Erscheinung nicht einig. Sie interessiert uns hier auch nicht. Aber wichtig ist, daß von einer solchen Beobachtung bei Anwendung einer anderen Methode nicht berichtet ist.

Wir konnten uns bisher bei Besprechung der Überdruckapparate von eigentlich medizinischen Gesichtspunkten darauf beschränken, das Typische und Wesentliche zu nennen, ohne auf ermüdendes Detail einzugehen; wir möchten dies auch weiter tun, wenn wir jetzt den praktischen Bedürfnissen unsere Aufmerksamkeit zuwenden.

Ein Apparat, der die in der Einleitung aufgestellte Forderung erfüllen will, muß in verschiedener Hinsicht „einfach“ sein. Er muß in erster Linie jede Lageveränderung des Patienten möglich machen. Dies ist ein absolutes Erfordernis, da ein Wechsel der Lage bei allen in Betracht kommenden Operationen häufig notwendig ist. Zweitens muß er leicht transportabel und überhaupt von möglichst kleinem Umfang sein. Das ist besonders für die Kriegschirurgie wichtig. Die Kastenapparate dürften also diesen Anforderungen nicht genügen. Bedeutsam für die Kriegschirurgie wie auch für das kleinere Krankenhaus ist es weiter, daß der Apparat von bestimmten anderen Einrichtungen unabhängig ist. Man hat da nicht immer eine Sauerstoffbombe oder elektrischen Anschluß zur Verfügung. Ein Mann muß zu seiner Bedienung genügen, und auch dann sollte die

Arbeit mit dem Apparat möglichst wenig durch die Kompliziertheit der Konstruktion erschwert werden. Es soll keiner besonderen „Einübung“ auf den Apparat bedürfen; denn wenn besondere Routine zu seiner Bedienung nötig ist, taugt er wieder nichts für das kleinere Krankenhaus, das keine so große Zahl derartiger Operationen haben wird, daß man sich einüben könnte.

Diese Überlegungen verurteilen die Masken- und Intubationsapparate, die teilweise äußerst kompliziert sind, als in unserem Sinne lange nicht einfach genug.

Es bleibt der Meltzer-Auersche Apparat, d. h. eigentlich fällt er auch schon unter das eben abgegebene Urteil, denn obwohl die Apparatur einfach ist, bedarf seine Anwendung doch ganz besonderer Übung. Ein Katheter muß in die Trachea eingeführt werden. Das gelingt ohne besondere Kunstfertigkeit nicht. Manche, welche die Methode versuchten, haben sie zurückgewiesen, weil ihnen die Einführung zuviel Zeit und Mühe kostete. Elsberg selbst hält die Anwendung des Laryngoskops dabei für notwendig. Aber das ist nicht die einzige Schwierigkeit. Es bedarf großer Erfahrung, die richtige Dicke des Katheters zu treffen. Ist er zu dick genommen, kommt es zur Stauung der Luft in den Lungen und er muß herausgenommen und ein anderer eingesetzt werden, bis die richtige Weite gefunden ist. Da die Weite der Trachea natürlich mit der Größe des Individuums schwankt, so läßt sich denken, wie oft in der Wahl des Katheters fehlgegriffen werden mag. Aber es kommt als Drittes hinzu, daß das Katheterende an der „richtigen“ Stelle, der Teilungsstelle der Trachea in die Bronchialäste liegen muß, sonst kann es ebenfalls zu schweren Störungen kommen.

Bei Anwendung dieser Methode wird man sicher ein langes und hohes Lehrgeld bezahlen müssen, besondere „Einfachheit“ wird ihr wohl außer dem in ihr Erfahrenen niemand nachrühmen. Dies gilt natürlich ebenso für die oben erwähnte Nordmannsche Modifikation, die wir bereits aus anderem Grund, wegen Vernachlässigung der Druckkonstanz zurückgewiesen haben.

Überblicken wir noch einmal, was unsere Erörterungen uns gezeigt haben, so ist von den Kastenapparaten zu sagen, daß sie zwar eine gute Atmung garantieren und Störungen fast ausgeschlossen sind, daß sie aber, weil zu umfangreich und un-

handlich, nicht praktisch sind. Die Maskenapparate sind teilweise kompliziert, unübersichtlich und nicht billig genug. Sie lassen die Atemschwankungen bestehen, sind beim Erbrechen gefährlich und können Magendilatation veranlassen. Schließlich entspricht der Aufbau des Insufflationsapparates zwar den Ansprüchen der Einfachheit, aber seine Anwendung erfordert große Übung und ist ziemlich umständlich. Daneben ist das bei ihm notwendige öftere Kollabierenlassen der Lunge störend, wirkt aber der Blasebalg nach Art der künstlichen Atmung, so verstößt dies gegen eine grundlegende, allgemein anerkannte Regel.

Man sieht, Garrè hatte schon recht, wenn er sagte, er kenne keinen Apparat, der nur Vorteile habe. Wir wollen auch nicht behaupten, daß wir einen solchen präsentieren könnten. Aber wir glauben, daß ein von Klapp konstruierter, von der Firma Windler in Berlin ausgeführter Apparat in mancher Hinsicht einen Fortschritt bedeutet (Fig. 1).

In ein Gestell sind eingebaut ein Blasebalg für Fußantrieb und zwei luftdicht abzuschließende Glasgefäße. Das eine für die Aufnahme warmen Wassers, das andere für den Äther zur Narkose. Die Leitung der vom Blasebalg komprimierten Luft geschieht mit Hilfe von drei Röhren, die folgendermaßen hintereinander geschaltet sind: Die erste setzt sich direkt aus dem Blasebalg fort, erweitert sich zu einem ca. 2000 ccm fassenden Gummiballon und mündet unter dem Wasserspiegel des ersten, zur Hälfte ungefähr mit warmem Wasser angefüllten Gefäßes. Die zweite hat ihr eines freies Ende in dem über dem Wasser befindlichen Luftraum, das andere unter dem Flüssigkeitsspiegel im Äthergefäß. Die dritte endlich beginnt wieder frei im Luftraum über dem Äther, erweitert sich in einiger Entfernung in einen den ersten Gummiballon an Größe noch übertreffenden länglichen Ballon und endigt direkt dahinter in zwei weichen Ansatzstücken, welche in die beiden Nasenlöcher zu liegen kommen und bis in den hinteren Nasenraum vorgeschoben werden.

Hinter dem ätherhaltenden Gefäß ist ein Manometer eingeschaltet. Die aus dem Blasebalg intermittierend strömende Druckluft wird durch den ersten Gummiballon in einen gleichmäßigeren Luftstrom verwandelt. Dieser durchzieht zuerst das angewärmte

Wasser, reinigt sich dort und befeuchtet sich, darauf die Ätherflasche, von wo er die Ätherdämpfe mitreißt, und gelangt durch

Ansatzstück
für die
Mundöffnung

den zweiten Gummiballon, der die Druckschwankungen vom Blasebalg her weiter ausgleicht, in die Nase und dann in die Lungen. Der zweite, der Nase naheliegende Ballon hilft daneben

auch die durch die Atmung hervorgerufenen Druckschwankungen herabsetzen.

Der Mund kann selbstverständlich nicht offen bleiben, da sonst ein Überdruck in der Lunge nicht zustande käme. Er wird durch eine Klappe verschlossen, die folgendermaßen konstruiert ist. Eine an zwei Stellen durchlochte Metallplatte kommt zwischen Zähne einerseits und Ober- und Unterlippe andererseits zu liegen. Die Zähne des Ober- und Unterkiefers greifen dabei nicht übereinander, sondern lassen einen Zwischenraum bestehen, so daß die Kiefer nicht geschlossen sind. Eine Gummipelotte drückt Ober- und Unterlippe fest auf die Metallplatte; die Mundhöhle kommuniziert also mit der Außenluft lediglich durch die beiden Öffnungen in der Platte. Die eine bleibt für den Durchtritt der Luft offen und ist zu seiner Regulierung mit einem Schraubenventil versehen. Dies wirkt so, daß, wenn es geöffnet ist, verhältnismäßig viel von der in den Nasenraum einströmenden Druckluft sofort, ohne in die Lunge zu gelangen, hier wieder abfließt und die Expirationsluft ebenfalls freien Abzug hat. Die Folge ist Verminderung des Drucks in der Lunge. Umgekehrt erhöht sich derselbe, wenn das Ventil die Öffnung für den Luftdurchtritt verengt.

Durch die zweite Öffnung in der Platte wird ein Schlauch in den Magen eingeführt und damit bei eintretendem Brechreiz jede Gefahr beseitigt. Ferner hat nun die eventuell in den Magen eingedrungene Luft Gelegenheit, zu entweichen.

Die hauptsächlichsten Bedenken bei Anwendung der Überdrucknarkose sind durch diese einfache Vorrichtung gegenstandslos geworden. Der einzige am Apparat angebrachte Hebel erlaubt die Ein- und Ausschaltung der Narkose, d. h. öffnet oder versperrt der Luft den Durchgang durch das Äthergefäß. Der Apparat ist außerordentlich übersichtlich. Um ihn anzuwenden, muß man lediglich den Schlauch in den Magen und die Ansatzstücke in die Nase einführen.

Aus technischen Gründen ist die Anbringung des Manometers zwischen zweitem Gummiballon und Nase nicht möglich. Über die Druckschwankungen in der Lunge wissen wir also nicht mehr, als daß sie, da jenseits des zweiten Ballons, kleiner sein müssen, als das Manometer zeigt. Dies ergibt sich aus unseren theoretischen Betrachtungen, denen nach Möglichkeit Rechnung

zu tragen angestrebt wurde. Wenn es dabei auch nicht gelungen sein dürfte, die Druckschwankungen in der Lunge vollständig zu beseitigen, so sind sie doch durch die angegebenen Vorrichtungen vermindert worden, und deshalb darf der Apparat wohl in Anspruch nehmen, daß er in besserer Weise, als die bisher konstruierten, den Anforderungen der Praxis und der Wissenschaft gerecht wird.

Literaturverzeichnis.

1. Brüning, A. Deutsche Zeitschr. f. Chir. 1912, Bd. 113.
 2. Sauerbruch, Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie, Bd. 1, S. 381.
 3. Cloëtta. Arch. f. klin. Chir. 98, II.
 4. Elsberg. Arch. f. klin. Chir. 96, I.
 5. Schlesinger. Arch. f. klin. Chir. 95, II.
 6. Nordmann. Arch. f. klin. Chir. 92, II.
 7. Dreyer. Beitr. z. klin. Chir. 65, I.
 8. Dreyer-Spannaus. Beitr. z. klin. Chir. 77.
 9. Friedman. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 110.
 10. Nordmann. Deutsche med. Wochenschr. 1913, Nr. 8.
 11. Brat. Berlin. klin. Wochenschr. 1905, Nr. 7.
 12. Brat-Schmieden. Münchn. med. Wochenschr. 1908, Nr. 47.
 13. Garrè und Quincke. Lungenchirurgie 1913.
-