[Aus der Privat-Frauenklinik von Prof. Landau, Berlin.]

Ein neuer Desinfectionsapparat mit starkströmendem, gespanntem Wasserdampf, nebst Bemerkungen über die Bedeutung der Strömung, Spannung, Temperatur des Dampfes bei der Desinfection.¹

Von

Dr. Vogel,
I. Assistenzarzt.

So sicher die aseptische Wundbehandlungsmethode die natürlichste und beste ist, über welche wir zur Zeit verfügen, ebenso gewiss ist ihre Durchführung die schwierigste und zeitraubendste. Der Gelegenheitsursachen zu kleinen und grossen Uebertretungen des aseptischen Principes giebt es so viele und häufig so schwer vermeidbare, dass es wohl kaum einen Operateur geben dürfte, der von sich zu behaupten wagte, dass er im Stande sei, einen reactionslosen Verlauf in jedem Fall zu erzwingen. Abgesehen von sporadisch auftretenden Störungen des aseptischen Wundverlaufs sind wohl jedem beschäftigten Operateur auch schon Häufungen, ja mitunter förmliche Endemien von Wundeiterungen begegnet und ist dieses Vorkommen auch gelegentlich von einzelnen Autoren mitgetheilt. Bei derartigen sich häufenden Misserfolgen liegt immer der Verdacht nahe, dass sie sich aus einer und derselben Fehlerquelle herleiten, die zu kennen und zu meiden alsdann von dem grössten Interesse ist.

Auch wir haben beim Uebergang von der Antisepsis zur Asepsis — glücklicher Weise nur für kurze Zeit — derartige Abweichungen von dem gewohnten glatten Wundverlauf gesehen (Bauchdeckenabscesse, Stumpf-exsudate u. s. w. selbst bei nichteitrigen Erkrankungen). Unsere Bemühungen,

---

¹ Eingegangen am 20. December 1894.

deren Quelle zu entdecken, gaben die Veranlassung, den verwendeten Desinfectionsapparaten besondere Beachtung zu schenken. Natürlich verkannten wir nicht, dass für die Störung des aseptischen Wundverlaufs viele Factoren verantwortlich gemacht werden können: Mangelhafte Desinfection der operirenden und assistirenden Hände, der Bauchdecken der Kranken, des Nahtmaterials u. s. w., indessen erregten doch am ersten die Desinfectionsapparate unseren Verdacht. Wenn sich nun auch der stringente Nachweis dafür, was den aseptischen Verlauf gestört habe, nicht erbringen liess, so zwangen uns doch diese Untersuchungen die Ueberzeugung auf, dass die verwendeten Desinfectionsapparate nicht die Sicherheit garantirten, welche die Asepsis bei grossen Höhlenoperationen von den Verbandstoffen u. s. w. fordert. So konnte beispielsweise nachgewiesen werden, dass in dem einen Apparat (nach Director Mercke) ein eingepacktes Maximalthermometer 25 Minuten, nachdem der Dampf aus dem Abzugsrohr auszuströmen begonnen, im Inneren noch nicht die Temperatur 100° erreicht hatte; bei einem anderen Versuch mit diesem Apparat, bei welchem die Verbandstoffe etwas festgepackt waren und der Dampf unter Wasser geleitet wurde, strömte der Dampf überhaupt nicht aus dem Abzugsrohr aus, sondern entwich unter dem schlecht schliessenden Deckel, ohne also überhaupt die Verbandstoffe durchdrungen zu haben.

Ich habe darauf auch anderen in der Praxis verwendeten Apparaten eingehender meine Aufmerksamkeit gewidmet und war häufig erstaunt über die unzulänglichen Mittel, mit denen man hier und da aseptisch zu operiren wagt. Kein Zweifel, dass auch mit manchen unvollkommenen Apparaten bei gehöriger Sachkenntniss und Sorgfalt eine genügende Sicherheit der Verbandobjecte zu erzielen ist. Wiederholentlich aber gewann ich den Eindruck, dass die Sterilisation der Verbandstoffe nur pro forma betrieben wurde, wie ein lästiges, unnöthiges Beiwerk, dessen man sich nicht entschlagen darf, um nicht die Mode zu verletzen.¹

---

¹ So fand ich in einem grossen Krankenhause, in welchem Gelenk- und Höhlenoperationen nicht zu den Seltenheiten gehören, für Desinfection sämmtlicher Instrumente und Verbandstoffe einen kleinen combinirten Schimmelbusch'schen Apparat von der Grösse $26 \times 16 \times 8$ cm; der dazu gehörige Aufsatz für Verbandstoffe hatte eine Höhe von 20 cm. Geheizt wurde mit drei russenden Gasflämmchen, von deren Heizkraft man sich eine Vorstellung machen kann, wenn man erfährt, dass es trotz der kleinen Dimensionen des Apparates $1\frac{1}{2}$ Stunden dauerte, um Dampf zu erzeugen. Die gelieferte Dampfquantität war so gering, dass überhaupt kein Dampf nach aussen entwich, sondern sich an den Wandungen u. s. w. condensirte. Die Aufwartung war des Apparates würdig; als ich mich eines Tages — es sollte eine Patellarnaht gemacht werden — gegen Ende der Desinfection von dem Zustand der Objecte überzeugen wollte, fand ich sie so kühl, dass ich überrascht den Verbandstoffbehälter herunternahm, um nach der Ursache zu forschen. Die Lösung war einfach genug:

Da wird man denn allerdings geneigt, auch manche unglaublich klingende Mittheilungen als möglich hinzunehmen, wie z. B. die Wolffhügel's¹ und Anderer,² wonach Wanzen, Flöhe und anderes Ungeziefer mit ungeschmälerter Lebenskraft den Desinfectionsact überstanden.

Was übrigens die bakteriologische Prüfung anbelangt, so sind deren Resultate doch mit einiger Vorsicht aufzunehmen, da man in der Regel Apparate als „allen Anforderungen genügend“ betrachtet, wenn drei oder vier mitverpackte Testobjecte sich als abgetödtet erweisen. Es wäre aber doch wünschenswerth, diese Garantie auch von Hunderten an den verschiedensten Stellen und unter allen nothwendigen Cautelen (Vermeidung von Dampfcanälen u. s. w.!) eingepackten Proben zu haben. Weiss doch Pfuhl³ von einem Apparat zu berichten, „der auf einer Ausstellung einen Staatspreis erhalten hatte, nachdem er von mehreren Hygienikern geprüft und für gut befunden worden war, der aber bei einer späteren Prüfung im Institut für Infectionskrankheiten nicht die Fähigkeit besass, an allen Stellen der Kammer Milzbrandsporen abzutödten“.

Eine mangelhafte Desinfection ist schlimmer als gar keine Desinfection! Denn im Vertrauen auf die unfehlbare Leistungsfähigkeit des Desinfectionsapparates unterbleiben diejenigen Vorsichtsmassregeln, welche bei Benutzung der unsterilisirten Verbandobjecte sicher beobachtet würden.

Es verlohnt daher wohl der Mühe, sich nach Mitteln umzusehen, welche die Sicherheit der Desinfection erhöhen. Deren giebt es hauptsächlich drei: Vermehrung der Strömung, Erhöhung der Spannung und Erhöhung der Temperatur des Dampfes.

Dass Apparate mit strömendem Wasserdampf denen mit stagnirendem Wasserdampf überlegen sind, darüber herrscht heute kaum eine Meinungsverschiedenheit, höchstens darüber, ob ein starkströmender Dampf Vorzüge vor einem schwach strömenden hat. Schon Koch, Gaffky und Löffler⁴ haben bei ihren ersten grundlegenden Versuchen auf das Strömen des Dampfes besonderen Werth gelegt und Teuscher⁵ fand, dass die Dauer-sporen der Milzbrandbacillen durch den starkströmenden Dampf schneller

Der Wärter hatte den Behälter mit sammt dem Boden aufgesetzt! Aber auch ohne dieses Versehen wäre kaum mehr als eine Brutofentemperatur erreicht! Trotz meiner energischen Bemühungen, an massgebender Stelle die Unzulänglichkeit dieser Vorrichtung aufzudecken, gelang es mir nur, statt der drei blakenden Gasflämmchen eine richtige Bunsenflamme durchzusetzen, da der Apparat erst kürzlich von dem Bakteriologen und Hygieniker geprüft sei und durchaus genügt habe.

¹ *Deutsche Vierteljahrschrift für öffentliche Gesundheitspflege*. Bd. XIX. S. 139.

² Rohrbeck, *Gesundheits-Ingenieur*. 1893. Nr. 1—3.

³ Pfuhl, *Die Bekämpfung der Infectionskrankheiten*, von Prof. Behring.

⁴ *Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt*. Bd. I.

⁵ *Diese Zeitschrift*. 1890. Bd. IX. S. 513.

abgetödtet wurden, als durch schwach strömenden. Zu ähnlichem Resultat kam auch v. Esmarch;¹ er fand, dass diejenigen Proben von Dauersporen das geringste Wachsthum zeigten, auf welche starkströmender Wasserdampf eingewirkt hatte. —

Nur Frosch und Clarenbach² kommen auf Grund ihrer vergleichenden bakteriologischen Versuche zu einem anderen Ergebniss. Aber bei der Anordnung ihrer Versuche konnte die vermehrte Strömung auf die Versuchsobjecte — Dauersporen der Milzbrandbacillen — nicht die genügende Wirkung entfalten. Frosch und Clarenbach packten nämlich ihre Testobjecte mit den als Desinfectirgut dienenden Seidenabfällen in einen Drahtkorb und stellten diesen frei in den Arbeitsraum ihres Apparates. Es ist klar, dass bei einer derartigen Anordnung der Dampf den Weg des geringsten Widerstandes wählt, d. i. ausserhalb des zur Aufnahme der Testobjecte bestimmten Drahtkorbes; dass im Innern der Seidenabfälle die Dampfströmung auch nur nennenswerth beeinflusst wurde, ist mehr als fraglich. Sonach kann man nicht anerkennen, dass durch diese Versuche die bisherigen Anschauungen über das Strömen des Dampfes irgendwie erschüttert worden sind. Ob der Quantität des desinfectirenden Mediums, welche mit dem Desinfectirgut in Contact kommt, dabei irgend welche Bedeutung beizumessen ist — wie etwa der Menge eines Antisepticum —, möge dahingestellt bleiben; jedenfalls ist das Strömen des Dampfes von der grössten Wichtigkeit für die Austreibung der Luft.

Ueber die Art und Weise der Austreibung der Luft — dieses hinderlichsten Factors der Desinfection — sind bei Praktikern, Fachleuten, und selbst in Lehrbüchern vielfach ungenaue und unrichtige Vorstellungen anzutreffen, die belanglos wären, wenn sie nicht die Grundlage abgäben für geduldete Missstände und irrationelle Constructionen an unseren verbreitetsten Desinfectionsapparaten.

Vor Allem ist der allgemein verbreitete Glaube zu bekämpfen, dass alle Luft aus dem Apparat entfernt sei, sobald das Thermometer im Dampfabzugsrohr die Temperatur 100° zeige. Auch Pfuhl³ ist, nach einigen Stellen der citirten Arbeit zu schliessen, dieser Ansicht, und unter dieser Voraussetzung scheinen sämtliche Versuche Frosch's und Clarenbach's angestellt zu sein. Dass diese Ansicht irrig ist, erhellt aus dem sehr einfachen Experiment, dass, wenn man von dem Zeitpunkt ab, wo das Thermometer im Abzugsrohr 100° anzeigt, den Dampf unter Wasser in umgestülpte, wassergefüllte Behälter leitet, noch erhebliche Quantitäten Luft

¹ *Diese Zeitschrift*. 1887. Bd. II. S. 342. — 1888. Bd. IV.

² Frosch und Clarenbach, Ueber das Verhalten des Wasserdampfes. *Diese Zeitschrift*. 1890. Bd. VI.

³ A. a. O. S. 443 u. 444.

ausgetrieben werden. Die Quantitäten dieser festgehaltenen Luft sind um so grösser, je fester die Verbandstoffe gepackt sind, und je weniger Widerstand der Dampf ausserhalb derselben findet. Uebrigens kann diese Erscheinung gar nicht verwundern, da doch ebenso gut wie der Apparat und die Objecte, so auch die eingeschlossene Luft sehr bald die Temperatur des Wasserdampfes annimmt. Ja, durch Abgabe seiner latenten Wärme kann der sich zu Wasser condensirende Dampf von 100° in den Objecten Temperaturen von über 100° erzeugen, und dabei braucht nicht einmal alle Luft aus dem Apparat entfernt zu sein. Solche Beobachtungen sind bereits von Budde¹ und Anderen² mitgetheilt worden und durchaus nicht, wie Sander und Clarenbach³ meinen, als ein „Wunder“ oder die „Erfindung des Perpetuum mobile“ anzusehen.

Folgender von mir angestellter Versuch beweist, wie unter Umständen in der Desinfections-kammer durch Dampf von 100° Temperaturen von weit über 100° erzielt werden können.

Versuch I. Rohrbeck'scher cylindrischer Desinfector von 48^{cm} Höhe und 35^{cm} Durchmesser. Ein runder Glasballon mit einem Voluminhalt von 2350^{ccm} wird mit Leinenstreifen gefüllt, welche zuvor mit 75^{ccm} Glycerin leicht angefeuchtet sind. Der Ballon hat eine obere Oeffnung mit einem Durchmesser von 6^{cm} und eine seitliche Oeffnung, durch welche ein Thermometer dampfdicht bis in die Mitte geführt wird. Der Ballon wird derart in die Kammer des Desinfectors gebracht, dass die Oeffnung oben ist und das seitliche Thermometer dampfdicht durch die Seitenwand des Apparates geführt wird. Ausser diesem Thermometer sind an dem Apparat noch ein Deckelthermometer, ein oberes und ein unteres seitliches Thermometer und ein Abzugsthermometer angebracht. Eine kleine Vorrichtung nach Art der pneumatischen Wanne setzt mich in den Stand, den Dampf jeder Zeit unter Behälter zu leiten, welche mit abgekochtem Wasser gefüllt sind und die mit-ausgetriebene Luft aufzufangen. Sodann wurde der Wasserraum des Apparates mit Wasser versehen, Barometerstand und Anfangstemperatur abgelesen und der Apparat mit zwei kräftigen Bunsenbrennern angeheizt. Sobald nun das Thermometer im Dampfabzugsrohr die Temperatur 100° anzeigte, wurde der Dampf unter die Wasserbehälter geleitet und sowohl die Temperaturen als auch die aufgefangenen Luftquanta von 5 zu 5 Minuten gemessen und notirt.

Anfangstemperatur	16°.
Barometerstand	761 ^{mm} .
Angeheizt	3 ^h 50.
Dampf strömt aus	4 ^h 13.
100° im Abzugsrohr	4 ^h 29.

¹ Budde. *Gesundheits-Ingenieur*. 1894. Nr. 2 u. 3.

² Diese Zeitschrift. Bd. VII. S. 269—306.

³ Sander und Clarenbach. *Gesundheits-Ingenieur*. 1893. Nr. 1—3.

Zeit:	4 ^h 11	4 ^h 16	4 ^h 21	4 ^h 26	4 ^h 29 ¹	4 ^h 31 ²	4 ^h 36
Deckel-Thermometer . .	81°	99°	100°	100°	100°	101°	101°
Oberes seitl. Thermometer	72	100	100	100	100	101	101
Unteres seitl. Thermometer	—	99	100	100	100	101	101
Abzugs-Thermometer . .	45	98·5	99·5	99·5	100	100·5	100·5
Ballon-Thermometer . . .	—	—	—	—	—	—	—
Zeit					4 ^h 29	4 ^h 34	4 ^h 39
Ausgetriebene Luft in ccm						80 ccm	110

Zeit:	4 ^h 41	4 ^h 46	4 ^h 51	4 ^h 56	5 ^h 1	5 ^h 6	5 ^h 11
Deckel-Thermometer . .	101°	101°	101°	101°	101°	101°	101°
Oberes seitl. Thermometer	101	101	101	101	101	101	101
Unteres seitl. Thermometer	101	101	101	101	101	101	101
Abzugs-Thermometer . .	100·5	100·5	100·5	100·5	100·5	100·5	100·5
Ballon-Thermometer . . .	79	85	88	91	92·5	95	96·5
Zeit	4 ^h 44	4 ^h 49	4 ^h 54	4 ^h 59	5 ^h 4	5 ^h 9	5 ^h 14
Ausgetriebene Luft in ccm	120 ccm	90	90	90	80	80	80

Zeit:	5 ^h 16	5 ^h 21	5 ^h 26	5 ^h 31	5 ^h 36	5 ^h 41	5 ^h 46
Deckel-Thermometer . .	101°	101°	101°	101°	101°	101°	101°
Oberes seitl. Thermometer	101	101	101	101	101	101	101
Unteres seitl. Thermometer	101	101	101	101	101	101	101
Abzugs-Thermometer . .	100·5	100·5	100·5	100·5	100·5	100·5	100·5
Ballon-Thermometer . . .	98	99	100·5	101·5	102·5	103	104
Zeit	5 ^h 19	5 ^h 24	5 ^h 29	5 ^h 34	5 ^h 39	5 ^h 44	5 ^h 49
Ausgetriebene Luft in ccm	60	45	50	50	45	47	44

Zeit:	5 ^h 51	5 ^h 56	6 ^h 1	6 ^h 6	6 ^h 10 ³	6 ^h 11 ⁴	6 ^h 16
Deckel-Thermometer . .	101°	101°	101°	101°	100°	101°	101°
Oberes seitl. Thermometer	101	101	101	101	100	101	101
Unteres seitl. Thermometer	101	101	101	101	100	101	101
Abzugs-Thermometer . .	100·5	100·5	100·5	100·5	99·5	100·5	100·5
Ballon-Thermometer . . .	104·5	105	106	106·5	107·5	107	108
Zeit	5 ^h 54	5 ^h 59	6 ^h 4	6 ^h 9		6 ^h 14	
Ausgetriebene Luft in ccm	40 ccm	38	30	30		50	

¹ Durch Verengerung der Ausströmungsöffnung wird ein ganz geringer Ueberdruck hergestellt.

² Ueberdruck von 20^{mm} Hg.

³ Der Ueberdruck wird aufgehoben, um die Einstellung der Thermometer zu beobachten.

⁴ Ueberdruck von 20^{mm} Hg.

Das Bemerkenswerthe dieses Versuches ist, dass in dem Glasballon, welcher im eigentlichen Sinne als „Nebenraum“ aufzufassen ist, zunächst die Temperatur bedeutend zurückbleibt und erst etwa nach einer Stunde die Temperatur des Desinfectionsraumes erreicht; dass sodann aber die Temperatur continuirlich weiter steigt und nach weiteren 50 Minuten 7° mehr beträgt als in der Desinfections-kammer. Diese Erscheinung ist meines Erachtens so zu erklären, dass die behinderte Durchströmung der in dem Nebenraum eingeschlossenen Leinenstreifen zunächst die Austreibung der Luft erschwert, die retinirte Luft, sowie die Glaswand sodann als schlechte Wärmeleiter den Ausgleich der Temperatur durch Leitung verzögern. Ganz allmählich aber verringert sich durch Diffusion der Gase der Luftgehalt des Glasballons, und der eindringende Wasserdampf condensirt sich und giebt seine latente Wärme an die Glycerindurchtränkten Leinenstreifen ab. Das Glycerin hat einen sehr viel höheren Siedepunkt als das Wasser und kann daher ohne zu verdampfen durch Aufnahme der bei der Condensation des Wasserdampfes frei werdenden latenten Wärme weit über 100° erhitzt werden, wobei wiederum als Voraussetzung gilt, dass die schlecht leitende Glaswand und Luft den Wärmeausgleich verhindern.

Es geht aus diesem Versuch also hervor, dass man mit Dampf von 100 bzw. 101° einerseits Temperaturen von weit über 100° in den Objecten erzielen kann, dass andererseits das Thermometer im Abzugsrohr 100° anzeigen kann, während in den Objecten sowohl Temperaturen weit unter 100° als auch weit über 100° herrschen, und beträchtliche Mengen Luft eingeschlossen sein können.

Man hat seit langem einen übertriebenen Werth auf die Richtung gelegt, in welcher der Dampf die Objecte durchdringt; man hat es fast als obersten Grundsatz für die Construction aller Desinfectionsapparate hingestellt, den Dampf von oben eintreten zu lassen. Diese Lehre hat eine gewisse Stütze in dem Verhalten des spec. Gewichts des Wasserdampfes und der Luft; man stellt sich nämlich vor, dass der specifisch leichtere Wasserdampf sich über die specifisch schwerere Luft lagere und diese herauspresse wie etwa der Stempel in einem Cylinder, oder dass man die Objecte gleichsam in ein leichteres Medium eintauche, und die Luft wie der Sand aus einer Streubüchse „herausfalle“. Leider ist die Austreibung der Luft aus unseren Objecten nicht so einfach. Wenn man irgend zwei Gasarten von verschiedenem spec. Gewicht, beispielsweise Leuchtgas und Luft, noch so vorsichtig in einem Behälter übereinander zu schichten versucht, kommt es immer bald zur Vermischung, zur Diffusion beider Gase.

Wenn daher schon bei leerem Desinfectionsraum und vorsichtigem Dampfeinlass eine Vermischung von Dampf und Luft nicht zu vermeiden ist, wie viel eher muss dieselbe eintreten, wenn der Arbeitsraum mit Ob-

jecten beschickt ist, und der Dampf stürmisch einströmt. Ganz besonders waren es Frosch und Clarenbach, welche der Dampfrichtung diese grosse Bedeutung beileigten und zwar aus dem schon erwähnten Grunde, dass die Austreibung der Luft¹ schneller erfolge. Indess wie gross war thatsächlich die Zeitdifferenz? Bei schwacher Dampfentwicklung etwa 10 Minuten; mit der Vermehrung des Dampfquantums — sobald also die Strömung grösser wurde! — nahm diese Zeit ab und war bei stärkerer Dampfentwicklung 2 Minuten, bei geringem Ueberdruck sogar nur $\frac{1}{2}$ Minute. Man kann also durch Vermehrung der Strömung und der Spannung den Unterschied unmessbar machen. Wenn man bedenkt, dass es sich bei diesen Versuchen um einen Desinfectionsraum handelte, der die üblichen Verbandstoffdesinfectoren um das Doppelte oder Vielfache an Grösse übertraf, und dass bei einem Desinfectionsakt von 30 oder mehr Minuten eine Verlängerung um Bruchtheile einer Minute ganz nebensächlich ist, so liegt die Folgerung nahe, dass die Dampfrichtung — wenigstens für die Desinfection im Kleinen — eine sehr unwesentliche Rolle spielt.

Auffallender Weise haben Frosch und Clarenbach in Tabelle IX, welche diesen Auslassungen unmittelbar folgt, einige Experimente mitgetheilt, welche sogar den gegentheiligen Schluss zulassen. Sie haben in dieser Tabelle nämlich die Temperaturen gegenübergestellt, welche in verschiedenen Schichten der Objecte nach 10 Minuten langer Einwirkung des Dampfes einmal bei Durchströmung von oben nach unten, das andere Mal von unten nach oben erhalten wurden.

Tabelle IX.

In Schicht	1		2		3	
	Dampfrichtung von oben nach unten Temperatur		Dampfrichtung von oben nach unten Temperatur		Dampfrichtung von unten nach oben Temperatur	
	Mitte	Seitlich	Mitte	Seitlich	Mitte	Seitlich
1	—	100	100	100	100	100
2	98	—	97	$99\frac{1}{2}$	$97\frac{1}{4}$	98
3	$91\frac{1}{2}$	—	$89\frac{1}{2}$	$94\frac{3}{4}$	91	$98\frac{1}{2}$
4	$88\frac{1}{3}$	—	$86\frac{1}{2}$	$94\frac{3}{4}$	89	95
5	$86\frac{1}{3}$	—	$85\frac{3}{4}$	$89\frac{1}{2}$	87	—
6	$85\frac{1}{2}$	—	$85\frac{1}{2}$	—	84	—
7	—	—	—	—	92	—
8	$95\frac{1}{2}$	—	$99\frac{1}{2}$	—	100	—

¹ Die Austreibung der Luft wurde als beendet betrachtet, wenn das Thermometer im Abzugsrohr 100° anzeigte; es ist also thatsächlich nicht die Austreibung der Luft, sondern das Eindringen der Wärme gemessen.

Aus der Vergleichung dieser Zahlen, besonders der Versuche 2 und 3, geht nun hervor, dass die Temperaturen bei der Dampfrichtung von unten nach oben durchweg höher liegen (im Mittel $\frac{1}{2}^{\circ}$) als bei der Richtung von oben nach unten; es spräche das also sogar zu Gunsten der Durchströmung von unten nach oben. Jedenfalls aber legen diese Versuche doch auch Zeugnis dafür ab, wie unwichtig der Einfluss der Dampfrichtung ist. Und das hat die Praxis längst entschieden! Der ursprüngliche Koch'sche Dampftopf, bei welchem der Dampf von unten nach oben strömt, hat noch immer seinen Platz in jedem Laboratorium. Die neueren mir bekannten Apparate aber, bei denen der Dampf von oben nach unten strömt, führen dieses Princip doch nur mangelhaft aus. Denn in dem Wasserraum, der bei diesen Constructionen den Arbeitsraum umgiebt, muss der Wasserdampf von unten nach oben strömen, hat also Gelegenheit, sich mit Luft zu mischen und bietet für die Austreibung der Luft die vermeintlichen ungünstigen Bedingungen. (Vgl. Fig. 1.)

Fig. 1.

Schema des „Desinfektionsapparates nach Schimmelbusch“. A Wasserraum. B Desinfektionsraum. C Verbandstoffbehält.

Fig. 2.

Dampfrichtung in der Lautenschlägerschen Verbandstofftrommel.

Auch die Verbandstoffbehälter weisen vielfach Einrichtungen auf, die den Dampf zwingen, von unten nach oben zu strömen. (Vgl. Fig. 2.)

Wenn trotzdem diese Apparate im Allgemeinen genügten, so spricht das nur für die Unwichtigkeit der Dampfrichtung.

Von ungleich höherer Bedeutung als die Dampfrichtung aber ist, wie schon erwähnt, die Dampfströmung, und diese ist in den meisten gebräuchlichen Apparaten eine sehr ungenügende, selbst da, wo die Dampfsentwicklung eine sehr ergiebige ist. Schon von Gruber¹ ist darauf

¹ *Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde*. 1888. Bd. IV.

aufmerksam gemacht, dass die Auffassung, als ob bei dem Strömen des Dampfes in den bisherigen Apparaten ein Durchströmen, eine Massenbewegung des Dampfes durch die Objecte hindurch stattfinde, eine irrthümliche ist. „Ein dauerndes Durchströmen des Wasserdampfes durch die Objecte findet eben niemals statt, da dazu die Reibungswiderstände in den engen und vielfach gewundenen Porenkanälen unserer gewöhnlichen Desinfectionsobjecte viel zu gross, die Wege, die dem Dampf ausserhalb der Objecte offen stehen, viel zu bequem sind.“

Daher sind alle diejenigen Einrichtungen für die Austreibung der Luft ungünstig, bei welchen der Dampf neben den Verbandstoffbehältern entweichen kann, ohne also die Objecte durchströmt zu haben. (Vgl. Fig. 1.)

Noch ungünstiger aber sind Einrichtungen, bei denen dem Dampf nicht nur bequeme Wege ausserhalb der Objecte offen stehen, sondern die Durchströmung der Objecte direct gehindert, der Luftaustritt erschwert ist.

Dahin gehören manche Desinfectionstrommeln, z. B. die Lautenschläger'schen, welche die Ein- und Austrittsöffnungen für den Dampf nicht oben und unten haben, sondern seitlich in einiger Entfernung vom Boden und Deckel. Nur in dem mittleren Abschnitt (vgl. Fig. 2, *b*) kann dabei überhaupt eine Durchströmung stattfinden; in dem oberen und unteren Abschnitt (*a* und *c*) aber kann lediglich nur nach dem Gesetz der Diffusion der Gase allmählich die Luft ausgetrieben werden; eine wirkliche Strömung kann in diesen Abschnitten gar nicht stattfinden und müsste, wie schon angedeutet, einmal von oben nach unten und einmal von unten nach oben gerichtet sein.

Dadurch sind ähnliche ungünstige Bedingungen für das Eindringen des Dampfes und die Austreibung der Luft gegeben, wie sie Heidenreich, Walz, v. Esmarch¹ an Blechgefässen fanden, welche sie mit dem Boden nach unten frei in die Desinfections-kammer brachten. Sehr instructiv in dieser Beziehung ist auch der Versuch Teuscher's,² der drei gleichgrosse aufgerollte Decken unter ungleichen Bedingungen in den Desinfectionsapparat brachte und zwar die erste frei aufgehängt, die beiden anderen je in einem Blechgefäss und zwar so, dass der Boden des einen nach oben, des anderen nach unten gerichtet war. Nun fand Teuscher, dass in der frei aufgehängten Rolle bereits nach 3 Minuten die Temperatur 100° erreicht war, in dem Blechgefäss, das mit dem Boden nach oben aufgehängt war, erst nach 13 Minuten, und dass in dem Blech-

¹ v. Esmarch. *Diese Zeitschrift*. 1888. Bd. IV.

² Teuscher. Beiträge zur Desinfection. *Diese Zeitschrift*. 1890. Bd. IX. S. 520.

gefäß, das mit dem Boden nach unten aufgehängt war, selbst nach einer Stunde noch nicht die Temperatur 100° erreicht, und die Luft ausgetrieben war!

Ich habe den ungünstigen Einfluss der oben erwähnten Trommeln auf die Austreibung der Luft direct nachweisen können. Ich habe die Luftquantitäten gemessen, welche innerhalb 30 Minuten noch ausgetrieben wurden, nachdem im Ausströmungsrohr 100° erreicht waren. Da zeigte sich denn, dass diese bedeutend grösser sind, wenn dem Dampf ausserhalb der Objecte bequeme Wege offen stehen, als wenn er gezwungen ist, die Objecte zu passiren.

Versuch I. Cylindrischer Apparat nach Lautenschläger 25×50. Arbeitsraum leer.

Angeheizt	12 ^h 16
Dampf strömt aus	12 ^h 31
100° im Ausströmungs-Thermometer	12 ^h 33
Unter Wasser	12 ^h 34
Ende	1 ^h 4

Die ausgetriebene Luft betrug 180^{ccm}.

Versuch II. Derselbe Apparat. Arbeitsraum beschickt mit zwei Lautenschläger'schen Trommeln, die mit Lumpen gefüllt sind.

Angeheizt	4 ^h 12
Dampf strömt aus	4 ^h 21
100° im Ausströmungs-Thermometer	4 ^h 33
Unter Wasser	4 ^h 33
Ende	5 ^h 3

Die ausgetriebene Luft betrug 5970^{ccm}.

Versuch III. Derselbe Apparat. Arbeitsraum direct beschickt. Dieselbe Quantität Lumpen wie im Versuch II.

Angeheizt	3 ^h 25
Dampf strömt aus	3 ^h 46
100° im Ausströmungs-Thermometer	3 ^h 54
Unter Wasser	3 ^h 55
Ende	4 ^h 25

Die ausgetriebene Luft betrug 770^{ccm}.

Versuch IV. Derselbe Apparat. Arbeitsraum beschickt mit zwei Lautenschläger'schen Trommeln, die mit Lumpen gefüllt sind.

Angeheizt	4 ^h 32
Dampf strömt aus	4 ^h 50
100° im Ausströmungs-Thermometer	4 ^h 56
Unter Wasser	4 ^h 56
Ende	5 ^h 26

Die ausgetriebene Luft betrug 5780^{ccm}.

Es betrug also in diesen Versuchen die Luft, welche während 30 Minuten, nachdem das Thermometer im Abzugsrohr 100° angezeigt,

bei leerer Kammer	180 ^{ccm} ;
bei directer Beschickung mit Lumpen	770 „
bei Verwendung Lautenschläger'scher Trommeln einmal	5970 „
das andere Mal	5780 „

Quantitäten, welche die Sicherheit der Desinfection gewiss beeinträchtigen.

Man sieht auch hieraus, wie incorrect es ist, aus der Temperatur im Abzugsrohr über die An- oder Abwesenheit der Luft urtheilen zu wollen.

Es stellen demnach solche Einrichtungen thatsächlich „Nebenräume“ dar in dem Sinne, dass die Austreibung der Luft und das Eindringen der Wärme in ihnen eine Verzögerung erleidet. Frosch und Clarenbach bestreiten in ihrer citirten Arbeit die Existenz von „Nebenräumen“.

Fig. 3.

Nebenraum nach
Frosch und
Clarenbach.

Aber auch hier lassen ihre Experimente die Beweiskraft vermissen, welche bei Aufstellung einer mit den Resultaten anderer Forscher so in Widerspruch stehenden Lehre unbedingt gefordert werden muss. Die ihren Untersuchungen zu Grunde gelegten künstlichen Nebenräume entsprachen keineswegs den in der Desinfectionspraxis wirklich vorkommenden ungünstigen Verhältnissen. Denn in dem an die Seitenwand des Desinfectors angebrachten viereckigen Kasten waren für die Strömung des Dampfes und die Austreibung der Luft relativ günstige Bedingungen, da dem Dampf sowohl an der obersten, als auch an der untersten Stelle der Ein- bzw. Austritt möglich war (vgl. Fig. 3).

Wollten Frosch und Clarenbach einwandfreie Beweise für ihre Ansicht erbringen, so müssten sie nachweisen, dass auch aus Nebenräumen, die dem Dampf nur oben oder nur unten einen Zutritt gestatten und die mit Objecten beschickt sind, die Luft ebenso schnell und sicher ausgetrieben wird, wie aus dem Hauptraume. Diesen Beweis sind sie aber schuldig geblieben.

Ich habe die Frosch- und Clarenbach'schen Versuche unter Bedingungen, welche der Praxis mehr entsprechen, und mit Beobachtung aller nöthigen Cautelen nachgemacht und kam alsdann zu ganz anderen Resultaten. Ich benutzte dazu einen Rohrbeck'schen cylindrischen Apparat von 48 ^{cm} Höhe und 35 ^{cm} Durchmesser, der an den Seitenwänden mit Durchbohrungen für die Thermometer versehen war. Als Nebenräume benutzte ich Glasgefäße mit seitlicher Oeffnung, durch welche ich dampf-

dicht das Thermometer einführte und die entweder oben oder unten dem Dampf den Zutritt gestatteten.

Ein Vorversuch sollte mir zunächst Aufschluss geben über das Verhalten der Temperatur und die Austreibung der Luft bei völlig leerer Kammer.

Versuch I.

4 Thermometer ragen frei in die leere Desinfektionskammer; Barometerstand 760 mm. Anfangstemperatur 16° C. Angeheizt 4^h 7. Die Temperaturen und ausgetriebenen Luftquanta werden von 5 zu 5 Minuten beobachtet.

Zeit:	4 ^h 26	4 ^h 31	4 ^h 36	4 ^h 41	4 ^h 46 — 5 ^h 11	
Deckelthermometer . . .	85°	98°	100°	100°	101°	101°
Oberes seith. Thermometer	81	98·5	100	100	101	101
Unteres seith. Thermometer	50	99	100	100	101	101
Ausströmungs-Thermomet.	45	98	99·5	100	100·5	100·5

Dampf strömt aus: 4^h 27.

Unter Wasser geleitet: 4^h 42.

Ueberdruck von 20 mm Hg.

Zeit	4 ^h 47	4 ^h 52	4 ^h 57	5 ^h 2	5 ^h 7	5 ^h 12
Ausgetriebene Luft	3 ccm	7	6	6	6	7

Versuch II.

Zwei leere Wolf'sche Flaschen, die eine von einem Voluminhalt von 5 Liter, die andere von 2 Liter, werden, die eine mit den drei Oeffnungen nach oben, die andere mit den drei Oeffnungen nach unten, in die Kammer gebracht und Thermometer durch die Seitenwand des Apparates dampfdicht in das Innere der Flaschen geführt. Das untere seitliche Thermometer hat daher die Temperatur im Inneren der grossen, oben offenen Flasche anzuzeigen, das obere seitliche Thermometer die Temperatur der kleinen, unten offenen Flasche.

Anfangstemperatur . . . . . 16°.

Barometer . . . . . 757 mm.

Beginnn . . . . . 4^h 18.

Dampf strömt aus . . . . . 4^h 40.

Zeit	4 ^h 50	5 ^h	5 ^h 10	5 ^h 30	5 ^h 40 ¹	5 ^h 50—6 ^h 10
Deckel-Thermometer . .	99°	99°	99°	99·5°	99·5°	101°
Oberes seith. Thermometer	100	100	100	100	100	101
Unteres seith. Thermometer	82	96·5	98	99	99·5	100
Abzugs-Thermometer . .	99	99	99·5	99·5	99·5	100·5

¹ Bei Herstellung eines geringen Ueberdruckes zeigen alle Thermometer volle 100°.

Dampf unter Wasser geleitet: 5^h 40.
Ueberdruck von 20^{mm} Hg.

Zeit	5 ^h 45.	5 ^h 50	5 ^h 55	6 ^h	6 ^h 5	6 ^h 10
Ausgetriebene Luft	45 ^{ccm}	45	52	50	53	50

Versuch III.

Zwei annähernd gleich grosse, runde Glasballons (Voluminhalt 2350 ^{ccm}, bzw. 2200 ^{ccm}) werden mit Leinenstreifen angefüllt und so in die Desinfektionskammer gebracht, dass das untere seitliche Thermometer in das Innere des mit der Oeffnung nach oben gerichteten, das obere seitliche Thermometer in das Innere des mit der Oeffnung nach unten gerichteten Ballons ragt. Ausserdem ist noch ein Thermometer durch die Seitenwand des Apparates frei in die Kammer geführt.

Anfangstemperatur . . . . . 17°.
Barometerstand . . . . . 756 ^{mm}.
Angeheizt . . . . . 11^h 54.
Dampf strömt aus . . . . . 12^h 18.

Zeit	12 ^h 15	12 ^h 20	12 ^h 25	12 ^h 30	12 ^h 35	12 ^h 36
Deckel-Thermometer	90°	96°	99°	99°	99·5°	100°
Seitl. Thermometer	70	96	99	99·5	99·5	100
Abzugs-Thermometer	48	95	99	99	99·5	100
Oberes seitl. Therm.	unter 60°	unter 60°	unter 60°	71°	78°	82°
Unteres seitl. Therm.	„ 40°	45	61	71	78	82

Zeit	12 ^h 40	12 ^h 45	12 ^h 50	12 ^h 55	1 ^h	1 ^h 5	1 ^h 10
Deckel-Thermometer . .	100°	100°	100°	100°	100·5°	100·5°	100·5
Seitl. Thermometer . . .	100·5	100·5	100·5	100·5	101	101	101
Abzugs-Thermometer . .	100	100	100	100	100·5	100·5	100·5
Oberes seitl. Thermometer	86	90	92·5	94·5	96	97	98·5
Abzugs-Thermometer . .	85	89	91	93·5	95	96	97

Zeit	1 ^h 15	1 ^h 20	1 ^h 25	1 ^h 30	1 ^h 35	1 ^h 40	1 ^h 45
Deckel-Thermometer . .	100·5°	100·5°	100·5°	100·5°	100·5°	100·5°	100·5°
Seitl. Thermometer . . .	101	101	101	101	101	101	101
Abzugs-Thermometer . .	100·5	100·5	100·5	100·5	100·5	100·5	100·5
Oberes seitl. Thermometer	99	100	100·5	101	101·5	101·5	102
Unteres seitl. Thermometer	98	98	99	99	100	100	100·5

Unter Wasser geleitet: 12^h 37.

Zeit	12 ^h 42	12 ^h 47	12 ^h 52	12 ^h 57	1 ^h 2	1 ^h 7	1 ^h 12
Ausgetriebene Luft	340 ^{ccm}	280	240	180	120	130	120

Zeit	1 ^h 17	1 ^h 22	1 ^h 27	1 ^h 32	1 ^h 37	1 ^h 42	
Ausgetriebene Luft	100 ^{ccm}	80	70	42	41	33	

Versuch II wie Versuch III zeigen deutlich, dass die beiden Glasballons als wirkliche Nebenräume aufzufassen sind in dem Sinne, dass das Eindringen der Wärme und die Austreibung der Luft in ihnen eine Verzögerung erleidet. Während bei nichtgefülltem Nebenraum (Versuch II) mehr das langsame Steigen aller Thermometer als das Zurückbleiben der Temperaturen der Nebenräume auffällt, ist bei gefüllten Nebenräumen (Versuch III) auch das langsamere Eindringen der Wärme sehr auffallend, da in dem einen Nebenraum erst 1 Stunde 10 Minuten später als im Hauptraum die entsprechende Temperatur erreicht wird. Die Erschwerung der Austreibung der Luft aus derartigen Nebenräumen geht aus beiden Versuchen sehr klar hervor, insbesondere beim Vergleich mit dem Vorversuch I. In eclatanter Weise sind diese Verhältnisse auch bei dem S. 296 mitgetheilten Versuch zu beobachten.

Das einfachste und wirksamste Mittel für die Austreibung der Luft aus den Objecten bietet also die ausgiebige Durchströmung derselben. Und diese Wirkung kommt zu Stande durch ein „Ausspülen“, durch ein „Fortschwemmen“ der Luft aus den Objecten, wobei die Richtung des Dampfes gleichgültig ist.

Da aber die Widerstände innerhalb der Objecte selten so gleichmässig sein dürften, dass die Durchströmung eine ganz gleichmässige ist, vielfach auch der „Ausspülung“ oder „Fortschwemmung“ der Luft direct hinderliche Einrichtungen an den Behältern u. s. w. entgegenstehen, so ist es gut, dass wir noch über andere Mittel verfügen, die Luft zu eliminiren. Dahin gehört die Variirung des Druckes, sowohl die Verminderung, als auch die Vermehrung. In rationeller Weise hat Rohrbeck dieses Princip für die Desinfection im Grossen nutzbar gemacht durch die Einführung seines Vacuumsystems. Durch theilweise Condensationen erreicht er eine bedeutende Druckverminderung im Apparat; dabei expandirt die in den Objecten, Nebenräumen u. s. w. retinirte Luft und wird bei der Fortsetzung der Desinfection bezw. wiederholten Condensation sehr vollständig ausgetrieben. Ganz ähnlichen Effect wie die Druckverminderung hat die Druckvermehrung. Die Luft wird

auf ein geringeres Volum zusammengepresst und der Dampf dringt in die Objecte, Nebenräume u. s. w. an Stelle der verdrängten Luft; dadurch wird eine Bewegung (Diffusion) beider Gasarten in den Objecten angeregt und bei Nachlass der Druckerhöhung und Expansion des Luft-Dampfgemisches die Austreibung der Luft sehr gefördert.

Es wurde bereits vor langer Zeit von Budde¹ auf den Werth der Spannung des Dampfes hingewiesen, insbesondere auch das Intermittiren der Spannung als ein die Austreibung der Luft förderndes Moment hingestellt; am wirksamsten wurde freilich der continuirlich strömende, gespannte Dampf gefunden.

Die Druckvermehrung des Dampfes ist deshalb noch wirksamer als die Druckverminderung, weil sie nicht allein die Austreibung der Luft erleichtert, sondern auch vermöge der Hand in Hand gehenden Temperaturerhöhung die Desinfectionskraft steigert.

Es ist nicht zu bezweifeln, dass die Abtödtungsdauer pathogener Keime mit der Zunahme der Temperatur des Dampfes sich verringert. In überzeugender Weise hat dies Globig² für die Sporen einer bestimmten Bakterienart, des rothen Kartoffelbacillus, nachgewiesen; er fand nämlich, dass dieselben durch

Dampf von	100°	in	5½—6	Stunden,
„	110°	„	¾	„
„	113°	„	25	Minuten,
„	120°	„	10	„
„	126°	„	3	„
„	127°	„	2	„
„	130°	„	augenblicklich	

zerstört wurden. Wenn nun auch die Widerstandsfähigkeit dieser Bakterienart eine ganz exceptionelle ist, so ist doch bekannt, dass die Temperatur von 100° von manchen Dauersporen sehr lange getragen wird; so z. B. von den Dauersporen der Ackererde; so ist dies auch von F. Cohn und Buchner von den Sporen des weitverbreiteten *Bacillus subtilis* festgestellt; Gruber hat selbst nach 2½ stündiger Sterilisation in strömendem Dampf die Virulenz dieser Sporen erhalten gefunden. Trotzdem keine ähnliche Resistenz bis jetzt nachgewiesen ist an Keimen, die für den Menschen pathogen sind, muss doch bei unseren lückenhaften Kenntnissen derselben die Existenz derartig resistenter Formen als möglich angenommen werden. Wir kennen nun aber kein energischeres Desinficiens als den gespannten Wasserdampf; wir gewährleisten daher unseren Objecten die grösstmögliche Sicherheit der Asepsis durch die Desinfection mit gespanntem

¹ Budde. *Archiv für Hygiene*. 1889. Bd. IX.

² Globig. *Diese Zeitschrift*. 1887. Bd. III.

Wasserdampf. In diesem Sinne spricht sich auch Carl Fränkel aus, indem er sagt, „dass von vornherein an der Thatsache nicht zu zweifeln sei, dass mit der Zunahme des Druckes, d. h. mit dem Ansteigen der Temperatur, die Erfolge immer bessere werden müssen“.

Da ich nach unseren Erfahrungen bei Laparatomien und anderen grossen chirurgischen Eingriffen und nach unseren Untersuchungen der bis dahin von uns verwendeten Apparate an der Zuverlässigkeit der bisher geübten Desinfection zweifeln musste, so habe ich nach den erläuterten Grundsätzen zwei Apparate construirt, welche eine schnellere und sichere Desinfection der Verbandstoffe garantieren und sich dabei ebenso leicht und gefahrlos bedienen lassen, wie die bisherigen Apparate. — Die grössere Sicherheit der Desinfection wird gewährleistet durch die Durchführung der Eingangs dargelegten Principien, nämlich:

1. Erhöhung der Strömung,
2. Vermehrung der Spannung,
3. Steigerung der Temperatur des Dampfes.

Fig. 4.

Viereckiger combinirter Desinfectionsapparat für Instrumente und Verbandstoffe.

Der in Fig. 4 u. 5 illustrierte viereckige Apparat ist ein „combinirter“, für Instrumente und Verbandstoffe bestimmter. Er besteht im Wesentlichen

aus einem starkwandigen viereckigen Kasten *A*, dem Verbandstoffbehälter *B* und dem Verbindungsstück *C*. Der aus verzinktem oder vernickeltem Eisenblech oder Kupfer hergestellte, als Kocher oder Dampferzeuger dienende Kasten ist mit einem, um zwei Charniere drehbaren, verschraubbaren Deckel *b* versehen; in einiger Entfernung vom Boden sind in den Ecken kleine Träger angebracht, auf welchen der Verbandstoffbehälter ruht, wenn er in den Apparat gestellt wird. Der Verbandstoffbehälter *B* (vgl. auch Fig. 5) ist aus dünnem, vernickeltem Messingblech gefertigt und ebenfalls mit einem, um zwei Charniere drehbaren, leicht schliessenden Deckel *c* versehen. In ganz geringem Abstand vom Boden des Behälters liegt ein Drahteinsatz. In der rechten vorderen Ecke ist ein Messingrohr *a* eingelöthet, für welches im Deckel des Verbandstoffbehälters an der ent-

Fig. 5.

Verbandstoffbehälter mit pneumatischer Vorrichtung zum Öffnen.

sprechenden Stelle eine Oeffnung *d* mit einem kleinen verschliessbaren Schieber vorgesehen ist. Desgleichen ist an der entsprechenden Stelle des Apparatendeckels ein kurzer, mit äusserem Gewinde versehener Stutzen eingelassen. Durch diesen Stutzen und durch die Oeffnung im Deckel des Verbandstoffbehälters lässt sich das Verbindungsstück *C* hindurchführen. Es ist ein bequem in die eingelöthete Röhre *a* passendes Stück Rohr, welches unten dampfdicht gegen die erstere abschliesst; das obere Ende ist abgeschlossen durch Gummistöpsel mit Thermometer; ein seitlicher Abführungsstutzen ist mit einem Spannungsventil versehen; dem Abführungsstutzen gegenüber kann ein Manometer angebracht sein.

Ferner ist der Apparat versehen mit einem Wasserstandszeiger, mit Ablasshahn und Sicherheitsventil und einer Heizvorrichtung für Gas oder Spiritus. Uebrigens ist der Apparat auch ebensogut auf einem Herdfeuer oder offenen Feuer zu benutzen. —

Für die Desinfection von Instrumenten ist der Apparat in ganz ähnlicher Weise zu verwenden, wie die üblichen Kocher; das Wasser oder die Sodalösung wird von oben hineingegossen und die Instrumente in flachen Drahtkörben mit abgestutzten Ecken und seitlichen Holzgriffen bis auf den Boden des Apparates gesenkt und gekocht. Das Hinein- und Herausheben der Instrumente ist mit keinerlei Unbequemlichkeiten verknüpft, da die Tiefe des Apparates nur 30 cm beträgt.

Die Desinfection der Verbandstoffe geht folgendermassen vor sich.

Der Verbandstoffbehälter wird mit Tupfern, Compressen, Watte u. s. w. beliebig fest bepackt und in den Apparat gesetzt, der bis zu den Trägern oder etwas höher mit Wasser gefüllt ist. Beim Hineinsetzen wird durch eine kleine Vorrichtung von selbst dafür gesorgt, dass der Deckel des Verbandstoffbehälters etwas offen steht. Nun wird der mit Asbestdichtung versehene Apparatendeckel geschlossen und durch Anziehen der Schrauben die Dichtung hergestellt; das Verbindungsstück *C* wird durch den Apparatendeckel in den Verbandstoffbehälter hineingeführt und festgeschraubt. —

Sobald nun das Wasser kocht, steigt der entwickelte Wasserdampf zu den Seiten des Behälters in die Höhe und tritt unter dem etwas offenstehenden Deckel in denselben ein, durchdringt die Verbandstoffe von oben nach unten und verlässt durch das eingeführte Verbindungsstück den Apparat. Ehe der Dampf den seitlichen Abführungsstutzen verlässt, hat er das Belastungsventil *e* zu passiren und kann hier durch Verschiebung des Gewichtes unter beliebige Spannung gesetzt werden.

Die Vorzüge dieses Apparates sind:

Sämmtlicher überhaupt entwickelter Dampf muss die Verbandstoffe durchströmen; es kann nichts neben dem Verbandstoffbehälter entweichen. Dadurch wird die Strömung in den Verbandstoffen eine sehr lebhaft; da ferner durch Anwendung des Ventils der Dampf leicht auf eine Temperatur von 110° und die entsprechende Spannung von etwa einer halben Atmosphäre Ueberdruck zu bringen ist, so sind die Bedingungen für die Austreibung der Luft und das Eindringen der Wärme — mithin für die Abtödtung aller Keime — die denkbar günstigsten.

Von Wichtigkeit ist auch die aseptische Aufbewahrung der sterilisirten Verbandstoffe. Auch diese ist eine sehr vollkommene. Sobald die Desinfection beendet ist, wird der Verbandstoffbehälter an seinen beiden seitlichen Griffen herausgehoben, wobei sich sein Deckel von selbst schliesst. Es ist jetzt nur noch der kleine Schieber *d* (Fig. 5) über der

eingelötheten Röhre zu schliessen und die grösste Sicherheit bei der Aufbewahrung ist gewährleistet.

Von Interesse für manche Operateure dürfte vielleicht eine kleine pneumatische Vorrichtung (vgl. Fig. 5, *D*) sein, welche uns in den Stand setzt, auch während der Operation die Verbandstoffe, Tupfer u. s. w. stets geschlossen zu halten und das Oeffnen des Behälters durch die Füsse des Operateurs oder Assistenten selbst und nicht durch einen eigens dazu angestellten Gehülfen besorgen zu lassen. (Vgl. Fig. 5.)

Ein kleiner aufgeblähter Gummiball (Fig. 5, *f*) liegt in einem kleinen Gestell zu Füssen des Operateurs oder Assistenten und ist durch einen pneumatischen Schlauch mit einem zweiten leeren Ball verbunden, welcher in einem an der hinteren Wand und am Deckel des Behälters angebrachten Hebelmechanismus ruht. Durch Druck auf den Fussball wird die Luft in den zweiten Ball gepresst und der Deckel geöffnet; der Deckel schliesst sich sofort wieder, wenn der Druck mit dem Fusse nachlässt.

Fig. 6.

Cylindrischer Desinfectionsapparat für Verbandstoffe. Schematisch. Durchschnitt.

Fig. 7.

Derselbe Apparat. Aeussere Ansicht.

Für umfangreichere Objecte, Operationsmäntel, Tücher, Kleidungsstücke habe ich einen cylindrischen Apparat gebaut, welcher denselben Forderungen durch eine etwas abweichende Construction gerecht wird (Fig. 6 u. 7).

Ein starkwandiger cylindrischer Kessel ist durch einen herausnehmbaren, in einiger Entfernung vom Boden auf kleinen Trägern ruhenden Ring *e* in zwei Abtheilungen getheilt, den Wasserraum *B* und den Dampfraum *A*. Dieser Kessel ist dampfdicht zu schliessen durch einen Deckel *f* mit Asbestdichtung, welcher in der Mitte einen Abzugsstutzen trägt. Auf diesen Abzugsstutzen ist eine Metallhülse *C* aufgeschraubt, welche oben durch Kork und Thermometer abgeschlossen ist und seitlich einen Stutzen mit Spannungsventil *d* zur Abführung des Dampfes hat. Der Verbandstoffbehälter *E* ist aus dünnem, vernickeltem Messingblech hergestellt und oben mit einem derartig umgebordeten Rand versehen, dass er, in den Dampfraum gebracht, auf dessen oberer Umrandung aufruht. Nahe dem Boden ist ein Drahteinsatz¹ und darunter ringsherum eine Reihe Löcher für den Eintritt des Dampfes, welche einer correspondirenden Reihe in dem abnehmbaren Boden entsprechen. Durch eine kleine Verschiebung des Bodens sind die Löcher zu schliessen. Der Deckel des Behälters hat in der Mitte eine runde verschliessbare Oeffnung. Der Apparat ist mit einem Wärmemantel und einer Heizvorrichtung für Gas u. s. w., ferner mit Wasserstandszeiger, Ablasshahn und Sicherheitsventil ausgestattet.

Der Betrieb ist sehr einfach. Der mit Objecten beschickte Behälter *E* wird in den Dampfraum *A* hineingehängt derart, dass der umgebordete Rand auf dem Bord des Kessels aufruht. Wenn nun der Deckel *f* aufgeschraubt wird, so dichtet dieser einerseits den Apparat nach aussen hermetisch ab, andererseits aber auch den Verbandstoffbehälter *E* gegen den Dampfraum *A*. Der sich entwickelnde Dampf kann daher nur nach aussen entweichen, indem er durch die am Boden des Verbandstoffbehälters befindlichen Oeffnungen eintritt, die Verbandstoffe durchströmt und den Deckel des Behälters und des Apparates passirend durch den seitlichen Abzugsstutzen nach aussen tritt. Dadurch wird der Dampf gezwungen, die Verbandstoffe zu durchdringen und kann nicht theilweise ausserhalb entweichen. Ehe der Dampf denseitlichen Abzugsstutzen verlässt, kann er unter Spannung gesetzt werden, indem man das hier angebrachte Ventil *d* belastet.

Sobald die Desinfection beendet ist, wird der Deckel des Apparates abgenommen und der Verbandstoffbehälter herausgehoben. Es brauchen jetzt nur die Oeffnungen am Boden und im Deckel geschlossen zu werden, so können die Objecte vollständig steril aufgehoben werden.

Es mag noch erwähnt sein, dass im Interesse der grösstmöglichen Sicherheit beide Apparate für Ueberdruck von einer ganzen Atmosphäre gebaut und geprüft sind, dass jedoch die Ventile schon bei $\frac{1}{2}$ Atmosphäre Ueberdruck ablassen. Dieser Druck entspricht etwa einer Temperatur von

---

¹ In der Abbildung fortgelassen.

111° und dürfte im Verein mit der überaus starken Strömung des Dampfes eine Sicherheit der Desinfection gewährleisten, wie sie auch die höchsten Anforderungen an die Asepsis befriedigt; höhere Grade von Spannung würden polizeiliche Concession der Apparate zur Pflicht machen und sind schon von diesem Gesichtspunkte aus nach Möglichkeit zu vermeiden.

Uebrigens ist jede Gefahr bei dem Betrieb mit den beschriebenen Apparaten ausgeschlossen, da die beiden an jedem Apparat angebrachten Ventile eine solche geradezu unmöglich machen.

Die Feuerprobe hat in dieser Beziehung bereits ein viereckiger, combinirter Apparat, wie oben beschrieben, bestanden, der aus Unachtsamkeit der Wärterin sechs Stunden ununterbrochen brannte, bis der Inhalt verkohlt und alle Löthstellen auseinandergegangen waren; das konnte sich Alles unbemerkt abspielen, weil kein anderes auffälliges Symptom als der Geruch der verkohlten Verbandstoffe die Störung anzeigte.

Selbstverständlich können die beschriebenen Apparate auch ohne Spannung benutzt werden und bieten auch dann noch immer vor anderen den nicht zu unterschätzenden Vortheil der starken Durchströmung u. s. w.

In der Klinik des Hrn. Prof. Landau wird seit ca. zwei Jahren ausschliesslich mit den von mir construirten und beschriebenen Apparaten¹ sterilisirt. Dieselben haben sich bei den Hunderten von Laparotomien, die das beste Reagens für die Leistungsfähigkeit eines Apparates abgeben, durchaus bewährt; Betriebsstörungen kamen ausser der erwähnten, selbstverschuldeten nicht vor. Wundeiterungen nach aseptischen Operationen, wie sie die Veranlassung abgaben zu diesen Untersuchungen, wurden seither nicht mehr beobachtet.

---

¹ Die Apparate sind käuflich bei Dr. Rohrbeck, Berlin NW., Karl-Str. 24.