Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 67 (1949)
Heft: 51

Artikel: Das Zentral-Laboratorium des Blutspende-Dienstes des Schweizerischen Roten Kreuzes
Autor: Ostertag, A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-84172

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

67. Jahrgang Nachdruck von Bild oder Text nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet Nr. 51

Das Zentral-Laboratorium des Blutspende-Dienstes des Schweizerischen Roten Kreuzes

Nach Mitteilungen der Direktion des Blutspende-Dienstes und der Lieferfirmen zusammengestellt von Dipl. Ing. A. OSTERTAG, Zürich

Schluss von Seite 705

DK 727.5.615.38(494.24)

d) Der Trocknungsprozess

Für den Entzug des Wassers stehen zwei Vakuumkammern zur Verfügung, von denen jede 2 × 7 Schubladen mit je 7 Einheitsflaschen, also insgesamt 98 Flaschen aufnehmen kann. Diese Kammern sind von kubischer Form (Bild 9); sie messen im Lichten 762 × 1067 × 1067 mm und sind aus Stahlblech durch Schweissung in sehr kräftiger Konstruktion hergestellt. Der schwere Klappdeckel ist mit einer Schauöffnung versehen und öffnet sich gegen den Arbeitsraum. Im geschlossenen Zustand wird die Gummidichtung des Deckels durch zwei seitlich angeordnete Klemmschrauben satt angepresst.

Die einzelnen Schubladen bestehen aus leichten Blechrahmen, die durch je 14 Querstäbe von 3,2 mm ∅ zu einem Rost für sieben Flaschen ausgebildet sind. Sie ruhen auf horizontalen Hohlplatten aus verzinktem Eisenblech, die von warmem Wasser durchströmt werden und die für die Wasserverdampfung nötige Heizwärme an die Flaschen übermitteln. Ueber der obersten Schublade ist eine achte Heizplatte angeordnet, die nach unten Wärme abstrahlt.

Der Trocknungsprozess muss so geführt werden, dass das gefrorene Plasma nirgends auftaut. Diese Forderung lässt sich durch Aufrechterhalten eines genügend hohen Vakuums im Flascheninnern und durch eine sorgfältige Regelung der Wärmezufuhr erfüllen. Zu Beginn des Prozesses muss die Temperatur des Plasmas genügend niedrig sein, bis das hohe Vakuum aufgebaut ist. Daher werden die Flaschen in der Tiefkühlzelle auf sehr niedriger Temperatur gehalten und sind rasch in die Vakuumzellen überzuführen. Weiter müssen die Zellen, die sich im Verlaufe des Prozesses auf 40 bis 45° C erwärmen, vor der Aufnahme einer neuen Füllung auf 15 bis 20° C abgekühlt werden.

Als erste Vorbereitung für den Trockenprozess wird die Kühlanlage in Betrieb genommen und der Kondensator während einiger Stunden auf die Betriebstemperatur von — 50 bis — 60° gekühlt. Weiter werden unmittelbar vor dem Einfüllen der Flaschen in die Kammer der Kondensator und die Leitungen mit einer besonderen Vor-Vakuumpumpe auf etwa 0,15 mm QS absoluten Druck gebracht. Diese Pumpe reicht aus, um eine Zelle in weniger als einer Stunde auf einen absoluten Druck von etwa 0,15 mm QS zu bringen. Schon bevor dieser Druck erreicht ist, beginnt die Sublimation, so dass nun der Kondensator eingeschaltet und die ihm zugeordnete Haupt-Vakuumpumpe anstelle der Vor-Vakuumpumpe in Betrieb genommen werden kann.

Infolge des über den Flaschenöffnungen angebrachten Bakterienfilters stellt sich, wie bereits oben erwähnt, ein verhältnismässig grosser Druckabfall ein; hinzu kommen die Druckverluste in den Leitungen und Abschlussorganen, so dass der Druck im Kondensator wesentlich niedriger ist, als derjenige in den Flaschen. Während der ersten Stunden arbeitet man in der Regel mit Drücken von etwa 0,2 bis 0,15 mm QS in der Kammer bzw. 0,08 bis 0,10 mm QS im Saugstutzen der Vakuumpumpe, gegen das Ende der Trocknung sinkt das Vakuum in der Kammer auf etwa 0,06 mm QS und dasjenige im Saugstutzen der Vakuumpumpe auf 0,03 bis 0,04 mm QS (s. Bild 15). Der Verdampfungsprozess wird weiter dadurch beträchtlich verlangsamt, dass das Plasma mit den ihm beigemischten Lösungen gegenüber Wasser einen beträchtlichen Sublimationsverzug aufweist.

Die beiden Vakuumkammern werden abwechslungsweise benützt: Während der Trocknungsprozess in der einen Kammer vor sich geht, wird die andere Kammer entleert, die mit den endgültigen Verschlüssen versehenen Flaschen in ihr evakuiert und sie dann für einen nächsten Trockenprozess bereitgestellt.

Bei der Konstruktion der Kondensationsanlage sind die ausserordentlichen grossen Dampfvolumina zu berücksichtigen, die von den Vakuumzellen nach dem Kondensator hinüber strömen. Bei der Trocknung werden den 98 Flaschen rd. 20 kg Wasser entzogen, was rd. 0,8 kg/h während dem Hauptteil des Trocknungsprozesses entspricht. Bei einem absoluten Druck von 0,15 mm QS und 0° C beträgt das entsprechende Volumen 5400 m³/h! Während des Nachtrocknens nimmt der Wasserentzug stark ab. Anderseits wächst das spezifische Volumen verhältnisgleich mit dem reziproken Wert der absoluten Drücke. Die Einrichtungen erlauben ein Nachtrocknen mit Drücken am Saugstutzen der Vakuumpumpe bis 0,02 mm QS und unter Zuschaltung einer Oeldiffusions-Pumpe bis 0,002 mm QS im Saugstutzen dieser Pumpe. Die spezifischen Volumina wachsen hierbei um das 7,5- bzw. 75-fache.

Bei derart kleinen Drücken spielen naturgemäss die Druckverluste infolge Strömungswiderständen eine ausschlaggebende Rolle. Um sie in zulässigen Grenzen zu halten, verwendet man sehr grosse, möglichst kurze und flüssig geführte Leitungen, sowie strömungstechnisch gut durchgebildete Rohrformstücke und Abschliessungen. Eine dritte Forderung, die namentlich an die Ausführung hohe Anforderungen stellt, ist die Dichtheit gegen Eindringen von Luft. Sie kann nur durch das strikte Einhalten besonderer Massnahmen erfüllt werden, wie sie in der Hochvakuum-Technik in langjähriger Entwicklungsarbeit ausgebildet worden sind.

Der Kondensator (Bild 10) besteht aus einem schräg gestellten, doppelwandigen Zylinder von glatt bearbeiteter Innenoberfläche, in dessen Axe eine Welle mit etwa 60 U/min umläuft, die zwei einander diametral gegenüber liegende Schabmesser trägt. Ueber diesem aktiven Teil ist die Dampfleitung von den Vakuumzellen eingeführt. Von dort gelangen die Dämpfe in den schrägen Zylinder und schlagen sich an der gekühlten Innenwandung als Reif nieder. Dieser Reif wird durch die Messer fortlaufend abgeschabt und fällt in das untere, ebenfalls mit einem Kühlmantel versehene Gefäss, wo er nach Beendigung des Trocknungsprozesses durch eine Türe ausgeschaufelt werden kann.

Die Messer werden so eingestellt, dass die Reifschichtdicke unter 1 mm bleibt. Hierdurch wird ein guter und stets

Bild 9. Vakuumkammer mit geöffnetem Deckel, gefüllt mit Rosten zu je 7 Einheitsflaschen. Die unterste Heizplatte ist leer. Die Flaschen sind mit Wattefiltern verschlossen

gleichbleibender Wärmeübergang sichergestellt und ausserdem dafür gesorgt, dass die Temperatur an der Reifoberfläche, die für das erzielbare Vakuum massgebend ist, den gewünschten niedrigen Wert aufweist. Der gute Wärmeübergang ermöglicht kleine Austauschflächen, einen kleinen Raumbedarf und ergibt kleine Kälteverluste.

Die Kondensations- und Gefrierwärme, sowie die von aussen einfallende Wärme wird vom Kältemittel aufgenommen, das in den beiden Doppelmänteln bei sehr niedriger Temperatur (— 60 bis — 70° C) verdampft. Das flüssige und unterkühlte Kältemittel tritt unten in den Mantel des Auffanggefässes ein, strömt dann durch eine Ueberführungsleitung in den Mantel des schrägen Zylinders und tritt an dessen höchster Stelle in angenähert trocken gesättigtem Zustand aus. Die grosse statische Höhe zwischen Eintrittstelle und Flüssigkeitsniveau nahe der Austrittstelle ergibt einen höheren Flüssigkeitsdruck und demgemäss eine höhere Verdampfungstemperatur im unteren Mantel. Der Temperaturunterschied beträgt etwa 12° C. Hierdurch wird erreicht, dass im unteren Mantel (s. Bild 10) wohl der Wärmeeinfall von aussen aufgenommen wird, aber innen keine Kondensation und damit auch keine Reifbildung stattfindet.

Der Kondensator mit seinem Unterteil ist durch eine starke Korkisolierung gegen Wärmeeinfall geschützt. Er ist mit den zugehörigen Vakuumpumpen zu einem Block zusammengebaut, wodurch sich eine gute Ausnützung des verfügbaren Raumes und kurze Leitungen ergeben.

Von grossem Einfluss auf die Führung des Trocknungsprozesses ist die Regelung der Wärmezufuhr. Die mit dem Heizwasser in den Prozess eingeführte Wärme wird zum Kompensieren der Sublimationswärme und zum Aufheizen der Apparatur verwendet. Sie muss sorgfältig so einreguliert werden, dass das vorgeschriebene Vakuum aufrecht erhalten bleibt. Da die Leistungen des Kondensators und der Vakuumpumpen gegeben und konstant sind, muss sich ihnen die entwickelte Dampfmenge und mit ihr die Wärmezufuhr anpassen. Die Regelung der Heizung erfolgt durch Anpassen der Heizwassertemperatur an die Temperatur im Flascheninnern. Als temperaturempfindliches Organ wirkt ein Thermoelement, das über geeignete Verstärker die motorgesteuerten Mischventile 6 und 7 (Bild 13) beeinflusst. Durch das Ventil 6 tritt heisses Wasser aus dem Elektroboiler 3 oder kaltes Wasser aus der Leitung 8 entsprechend der erforderlichen Kammertemperatur in das System ein und wird mit der Pumpe 4 in Umlauf gesetzt. Das aus den Zellen 1 und 2 abströmende Heizwasser fliesst durch das Ventil 7 entweder in den Boiler zurück oder in den Ablauf. Das Ventil 7 wird vom Ventil 6 über ein Zeitrelais automatisch gesteuert, wobei die Verzögerungszeit gleich der Zeit eingestellt ist, die das Wasser braucht, um von 6 durch die Kammern nach 7 zu gelangen. Wenn also z. B. 6 von warmem auf kaltes Wasser umstellt, so fliesst bei 7 solange warmes Wasser in den Boiler 3 über, bis das kalte Wasser bei 7 angelangt ist. Hierdurch wird der Verbrauch an warmem Wasser auf ein Mindestmass verringert. Ein Thermostat schaltet die elektrischen Heizelemente im Boiler derart ein und aus, dass sich dort die Heizwassertemperatur innerhalb fest einstellbaren Grenzwerten bewegt. Naturgemäss ist die Heizleistung während der Haupttrocknung wesentlich grösser als bei der Nachtrocknung. Dank der bestehenden Automatik sind Nachstellungen nur erforderlich, wenn in den Wattefiltern grössere Druckverluste auftreten. Man arbeitet dann mit niedrigen Heizwassertemperaturen (45° C).

Am Ende des Trocknungsprozesses wird die betreffende Vakuumzelle durch Durchspülen der Heizplatten mit Wasser aus der Leitung 8 auf Zim-

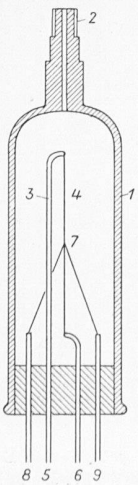


Bild 12

Bild 12. Prinzipschema eines elektr. Vakuum-Messgerätes
1 Gehäuse
2 Anschlusstutzen
3 Träger zu 4
4 Heizdraht
5 und 6 Anschlüsse für den Heizstromkreis
7 Lötstelle des Thermoelementes
8 und 9 Anschlüsse des Messtromkreises

Legende zu Bild 13:
1 Kammer I
2 Kammer II
3 elektrischer Boiler für 230 l, 2 × 10 kW
4 Zirkulationspumpe für das Heizwasser
5 Expansionsgefäss 90 l
6 und 7 Regulierventile
8 Kaltwasser-Zutritt
9 Thermometer
10 Entleerungsventile
11 Filter

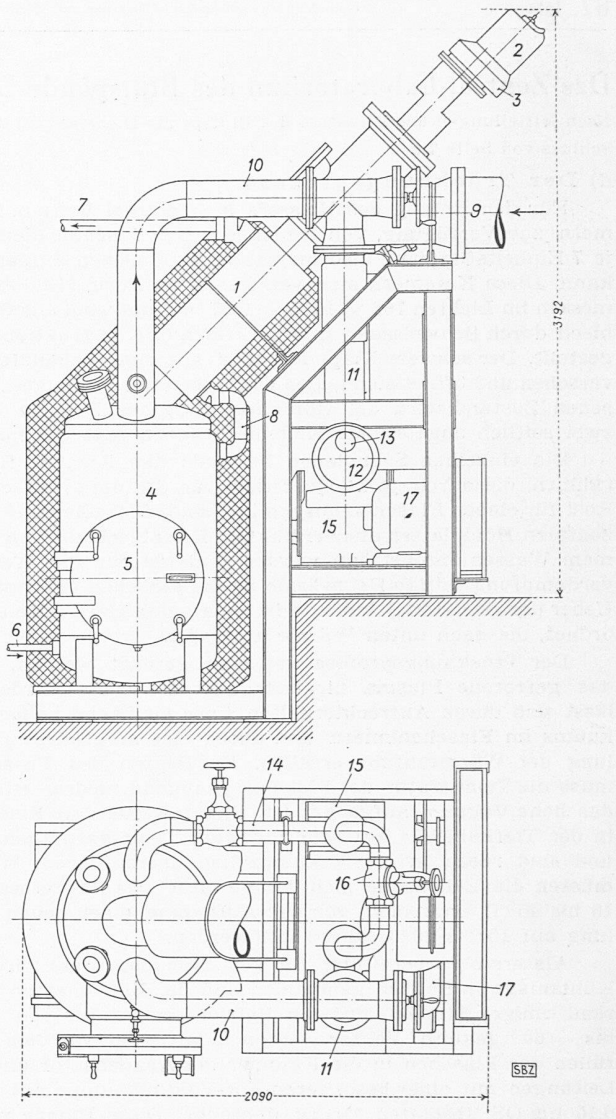


Bild 10. Kondensator mit Muffengefäss und Vakuumpumpen, Masstab 1 : 600

1 Aktiver Teil des Kondensators
2 Antriebmotor für die Schabmesser
3 Reduktionsgetriebe
4 Auffanggefäss
5 Verschlussdeckel mit 4 Klemmschrauben
6 Eintritt des flüssigen Kältemittels
7 Austritt d. Kältemitteldampfes
8 Ueberströmleitung für das Kältemittel
9 Vakuumleitung von den Trokkenkammern
10 Absaugleitung mit Abschliessung zu 11
11 Oeldiffusionspumpe
12 Oelsammelbehälter zu 11 mit elektrischer Heizung
13 Zeiger-Thermometer
14 Saugleitung zur Hauptvakuumpumpe
15 Hauptvakuumpumpe
16 Ueberströmleitung von 11 nach 15 mit Abschliessung
17 Antriebsmotor zu 15

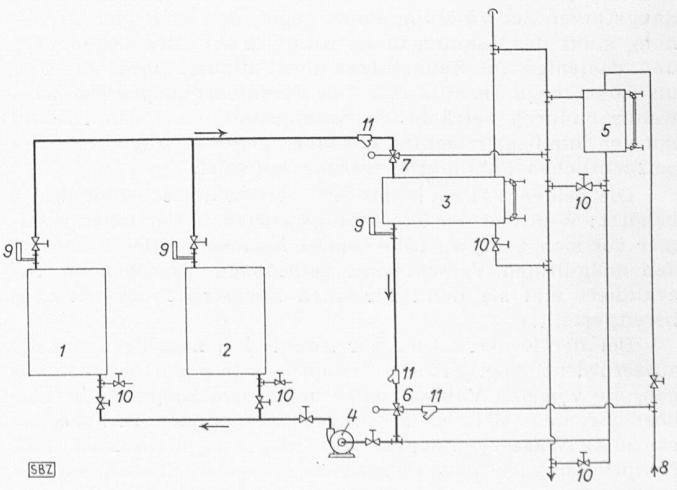


Bild 13. Schema der Warmwasserheizung für die Vakuumkammern

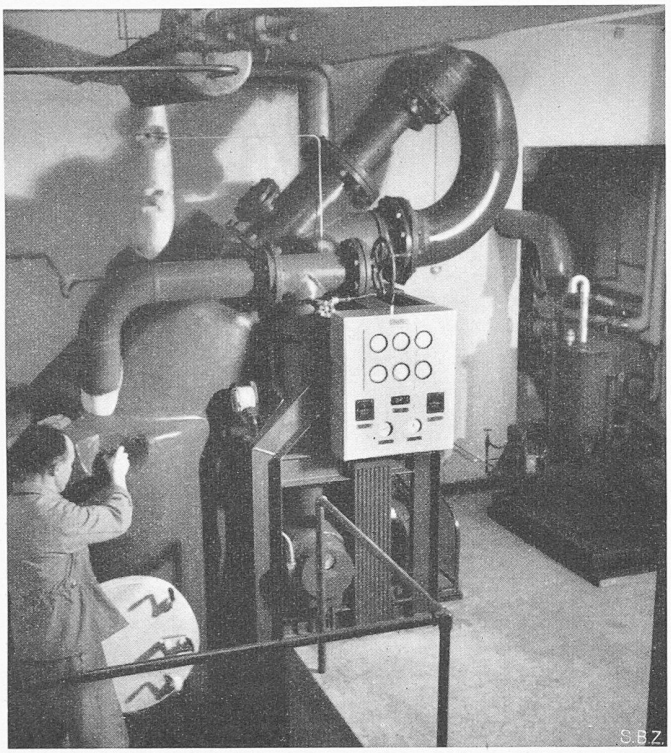


Bild 11. Ansicht der Kondensatorgruppe, rechts davon die Vor-Vakuumpumpe mit ihrem Oelabscheider

mertemperatur abgekühlt. Weiter werden die Vakuumleitungen unmittelbar nach der betreffenden Kammer abgeschlossen, die Kühlmaschinen für den Kondensator, die Vakuumpumpen und die Heizwasserpumpe stillgesetzt und das Vakuum in den Kammern durch Oeffnen eines Belüftungsventiles gebrochen. Diesem Ventil ist eine Vorlage mit Bakterienfilter und Trocknungsmasse vorgeschaltet, so dass die einströmende Luft keim- und wasserfrei ist. Die Luftmenge hält man möglichst klein, damit die Strömung durch die Filter der einzelnen Flaschen klein bleibt und mit Sicherheit keine Bakterien mitgerissen werden. Nachher öffnet man die Vakuumzelle, nimmt die Roste mit je 7 Flaschen heraus, ersetzt den Wattefilter durch den endgültigen Verschluss mit steriler Gummischeibe, deren Gewindekapsel vorläufig nur leicht angezogen wird, führt in diesem Zustand die Flaschen nochmals in die Vakuumkammer ein, macht Kammer und Flascheninneres mit der Vor-Vakuumpumpe luftleer, und bricht das Vakuum in der Kammer, wobei aber die Gummischeiben der Flaschenverschlüsse als Ventile wirken und infolge des Vakuums im Flascheninnern dicht auf ihrem Sitz am Flaschenrand angepresst werden. Nun können die Flaschen herausgenommen, die Gewindekapseln fest angezogen und so die mit Trockenplasma gefüllten und evakuierten Flaschen ins Magazin verbracht werden.

Während des Trocknungsprozesses werden die massgebenden Drücke und Temperaturen an je einem Vierfarben-Registrierapparat aufgezeichnet. Die Bilder 14 u. 15 zeigen zusammengehörige Ausschnitte eines vom 1. bis 3. Oktober 1949 durchgeführten Prozesses. Zur Bestimmung der Plasmatemperatur wird in eine Flasche ein Thermoelement so eingebaut, dass die Lötstelle sich etwa in der Mitte der Schichtdicke des gefrorenen Plasmas befindet. In dieser Lage wird sie mit dem Plasma eingefroren und dann in der Kammer an den Registrierapparat angeschlossen.

Man erkennt aus Bild 14, wie durch das Einführen der kalten Flaschen die Kammertemperatur anfänglich auf etwa + 2° C abfällt, um infolge der Heizung während des Prozesses langsam gegen 45° C anzusteigen. In der Endphase macht sich die automatische Temperaturregelung geltend. Die Plasmatemperatur steigt von etwa — 25° C innerhalb etwa 30 Stunden stetig auf die Kammertemperatur. (Die verhältnismässig hohe Anfangstemperatur rührt von einer zu wenig tiefen Temperatur im Tiefkühlraum her.) Die Verdampfungstemperatur des Kältemittels im Kühlmantel des Kondensators liegt zwischen — 65 und — 70°, die Temperatur der Freonflüssigkeit beim Eintritt in den Sammelbehälter rund 12° höher. Der absolute Druck in der Kammer beträgt während des grössten Teils des Prozesses 0,2 mm QS und fällt gegen das Ende auf 0,055 mm QS ab (Bild 15). Kurzzeitig wurde die Oeldiffusions-Vakuumpumpe zugeschaltet, die eine plötzliche Abnahme des Kammerdruckes auf 0,022 mm QS bewirkte, während im Saugstutzen dieser Pumpe ein absoluter Druck von nur 0,0004 mm QS herrschte.

Die Temperaturen werden mit Thermoelementen gemessen. Die Bestimmung der absoluten Drücke beruht auf der Messung der Wärmeleitfähigkeit des Gases, die gesetzmässig vom Druck abhängt. Diese Abhängigkeit wird durch Vergleich mit Messungen nach der Methode von Mc Leod festgestellt; sie ergab den nicht linearen Masstab, wie er in Bild 15 eingetragen ist. Das Empfangsgerät für die Druckmessung besteht aus einem kleinen, rohrförmigen Behälter 1, Bild 12, der bei 2 an die Vakuumleitung angeschlossen wird, in der der Druck gemessen werden soll, so dass im Innenraum der Messdruck herrscht. Dort ist der Heizdraht 4 aufgehängt, dem durch die Klemmen 5 und 6 eine konstante elektrische Leistung (0,6 bis 1 A, je nach Gaszusammensetzung) zugeführt wird. Die Temperatur des Heizdrahtes ist unter sonst gleichen Verhältnissen umgekehrt proportional der Wärmeleitfähigkeit des Gases in 1. Sie wird mit einem Thermoelement gemessen, dessen Lötstelle 7 am Draht 4 anliegt, während der Messtrom-

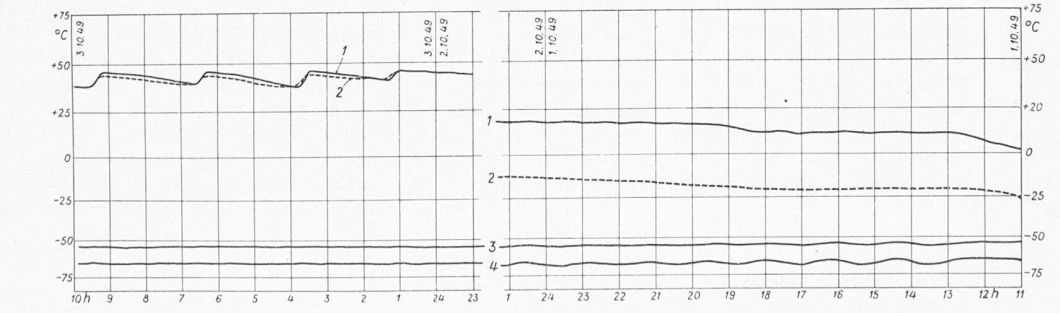


Bild 14. Ausschnitte aus einem Temperatur-Registrierstreifen
1 Kammertemperaturen
2 Temperatur im Plasma
3 Temperatur der Kältemittelflüssigkeit bei Eintritt in den Kühlmantel des Reifbehälters
4 Temperatur des Kältemitteldampfes beim Austritt aus dem Kühlmantel des Kondensators. In der Mitte wurden 22 Stunden herausgeschnitten

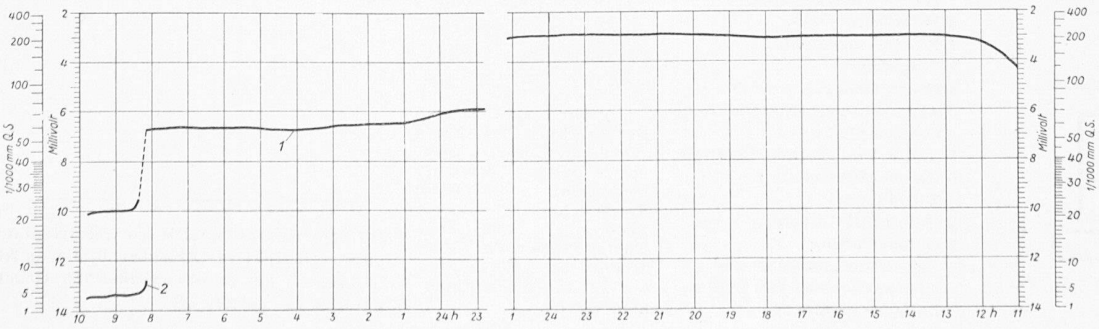


Bild 15. Ausschnitt aus dem zu Bild 14 gehörigen Registrierstreifen der absoluten Drücke
1 Abs. Druck in Kammer II
2 Abs. Druck im Saugstutzen der Diffusionspumpe
Die andern beiden Messstellen waren ausgeschaltet (Kammer 1 und Stutzen der Hauptvakuumpumpe)

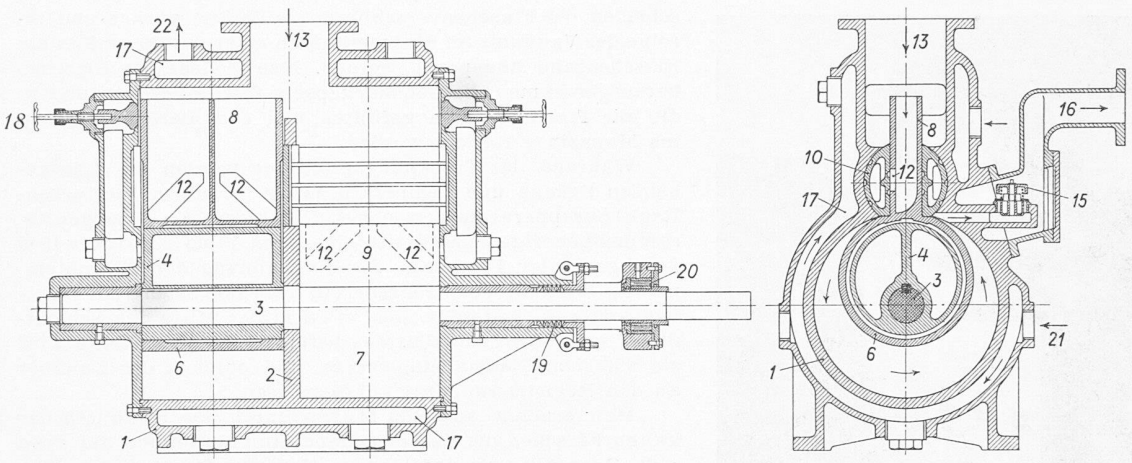


Bild 16. Vakuumpumpe mit Abwälzkolben, System Kinney

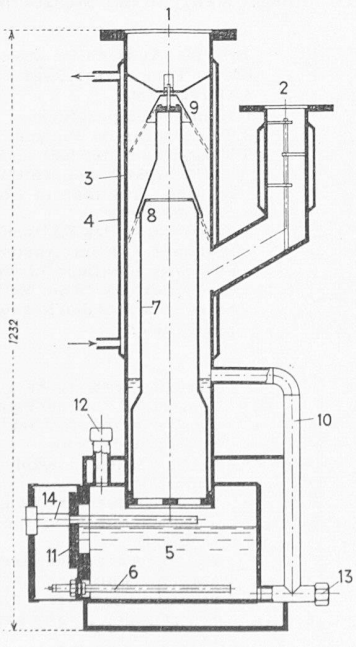
kreis an den Klemmen 8 und 9 angeschlossen wird. Da die Vakuummessung durch die Gaszusammensetzung, im vorliegenden Fall hauptsächlich durch den Feuchtigkeitsgehalt der Luft beeinflusst wird, sind häufige Nachkontrollen erforderlich. Hierfür stehen zwei Instrumente zur Verfügung, die nach dem bekannten Verfahren von Mc Leod arbeiten und an den Messtellen (Kammer I und Saugstutzen der Vakuumpumpe) schwenkbar angebracht sind.

Die Prozessdauer hängt vom gewünschten Trocknungsgrad ab. Es ist durchaus geboten, vorerst mit hohem Trocknungsgrad zu arbeiten um ein qualitativ einwandfreies Produkt sicherzustellen; man arbeitet daher mit Prozessdauern von 30 bis 40 und mehr Stunden. Es wird später möglich sein, diese Dauer abzukürzen und die Leistung zu steigern, wenn über die Haltbarkeit des Trockenplasmas mehr Erfahrungen vorliegen.

IV. Die Hilfsmaschinen

1. Die Vakuumpumpen

Für das Evakuieren der Trockenkammern und für das Absaugen der Luft während der Haupttrocknung werden je eine Abwälzkolben-Vakuumpumpe, System Kinney, nach Bild 16 verwendet. Diese Pumpen bestehen je aus einem zylindrischen wassergekühlten Gehäuse 1 und einer Zwischenwand 2 in der Mitte, einer zur Gehäusebohrung zentrisch gelagerten Welle 3, auf der zwei um 180° gegeneinander versetzte Exzenter 4 und 5 aufgekeilt sind. Auf ihnen sitzen die Abwälzkolben 6 und 7, deren Fortsätze 8 und 9 sich in den zylindrischen Nusshälften 10 und 11 auf und ab bewegen. Die Fortsätze 8 und 9 sind hohl; in ihren saugseitigen Wandungen sind schräge Schlitze 12 ausgefräst, durch die das oben bei 13 eintretende Gas während des Ansaughubes in den Arbeitsraum eintritt. Gleichzeitig wird das Gas im gegenüberliegenden Teil des Arbeitsraumes verdichtet und nach Erreichen des Aussendruckes durch das Druckventil 15 in einen nachgeschalteten Oelabscheider ausgestossen.



1 Saugstutzen
2 Druckstutzen (Ueberleitung zum Saugstutzen der Haupt-Vakuumpumpe)
3 Diffusionsgefäss
4 Kühlwassermantel
5 Oelgefäss
6 Elektrischer Heizstab
7 Aluminiumeinsatz für den Oeldampf
8 und 9 Umlaufende Schlitze
10 Oelrückführleitung
11 Blinddeckel
12 Oeleinfüllstutzen
13 Oelentleerung
14 Zeigerthermometer und Thermoelement zur Sicherheitsausschaltung

Bild 17. Oeldiffusions-Vorschaltpumpe für sehr hohes Vakuum

Die erforderliche Dichtheit wird durch eine sehr genaue Werkstattausführung, vor allem eine genaue Lagerung der Abwälzkolben, sowie durch reichliche Zugabe von Sperröl erzielt. Der Oelabscheider ist über der Pumpe angeordnet; der Druckstutzen 16 mündet unmittelbar in seinen mit Oel gefüllten unteren Teil. Demgemäss liegen die Druckventile 15 unter Oel, so dass ihre Dichtheit durch Sperrwirkung gesichert ist. An diesen Unterteil schliesst auch die Oelleitung für die Sperrölzuteilung zur Stopfbüchse und zu den massgebenden Stellen in der Pumpe an. Der Oelstand ist an einem Standanzeiger sichtbar. Der obere Teil des Oelabscheiders enthält konische Schirme zur Verbesserung der Abscheidung. Vor dem Anlassen werden die Ueberströmventile 18 geöffnet, die den Saugstutzen mit dem druckseitigen Teil des Arbeitsraumes verbinden; erst nach dem Erreichen der vollen Drehzahl werden sie geschlossen. Für absolute Drücke bis zu 0,1 mm QS kann ein normales Dampfturbinen-Schmieröl verwendet werden. Für höheres Vakuum ist ein von Feuchtigkeit und Gasen befreites Spezialöl erforderlich.

2. Die Oel-Diffusions-Hochvakuumpumpen

Diese Pumpe darf nur in Betrieb genommen werden, nachdem das Vakuum unter 0,1 mm QS gesunken ist. Sie vermag nur ganz geringe Druckdifferenzen zu überwinden, fördert jedoch sehr beträchtliche Volumina. Sie weist keine mechanisch bewegten Teile auf.

Bild 17 zeigt einen Querschnitt durch die von der National Research Corporation entwickelte Pumpe[1]). Die Vakuumleitung vom Kondensator schliesst bei 1 an; vom Stutzen 2 führt eine Leitung zum Saugstutzen der mechanischen Vakuumpumpe. Das zylindrische Gefäss 3 ist mit dem Kühlmantel 4 versehen, der von kaltem Wasser durchströmt wird. Im Gefäss 5 befindet sich ein Spezialöl, das durch den Heizstab 6 elektrisch auf etwa 250° C erwärmt wird und alsdann unter dem hohen im Stutzen 2 herrschenden Vakuum verdampft. Das Gefäss 3 ist gegen Wärmeverluste isoliert. Die Oeldämpfe steigen im innern Aluminiumrohr 7 auf und treten dann durch die Spalträume bei 8 und 9 aus. Das bei 1 eintretende Gas diffundiert in den Oeldampfstrom hinein und wird von diesem mitgenommen. Der Oeldampf kondensiert an der kalten Innenfläche des Gefässes 3, während das Gas infolge des Oeldampfschirmes nicht mehr nach 1 zurückströmen kann, sondern durch den

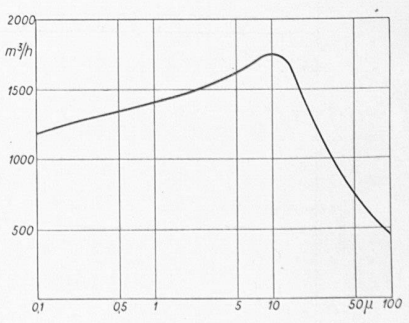


Bild 18. Charakteristik der Oeldiffusionspumpe: Effektives Absaugvolumen in Abhängigkeit des zu überwindenden Druckgefälles in $^1/_{0000}$ mm QS

[1]) Eine ausführliche Beschreibung der in der Hochvakuum-Technik verwendeten Pumpen findet man in «Scientific Foundations of Vacuum Technique» von *Saul Dushman*, New York 1949, John Wiley & Sons, Inc., der auch Bild 17 entnommen wurde.

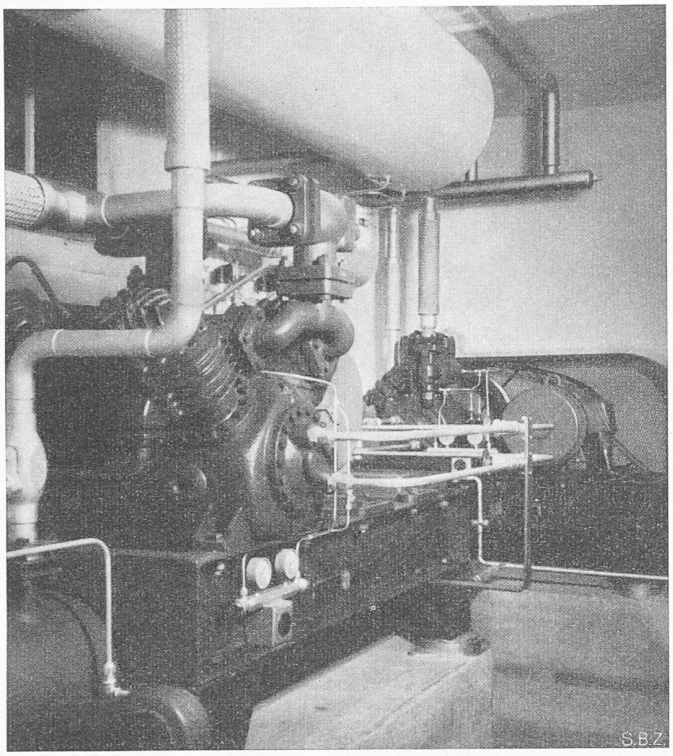


Bild 19. Kühlanlage für den Tiefkühlraum. Vorn vierzylindriger Kompressor erster Stufe, darüber Abtauwärmespeicher, hinten Kompressoraggregat zweiter Stufe

Stutzen 2 der Hauptpumpe zufliesst. Um die beste Förderleistung zu erzielen, müssen die Heizleistung und die Spaltbreiten bei 8 und 9 gut aufeinander abgestimmt sein. Der Stutzen 2 ist ebenfalls wassergekühlt und mit Einbauten versehen, um Oeldampfreste aus dem Gasstrom auszuscheiden. Das kondensierte Oel fliesst durch die Leitung 10 in das Gefäss 5 zurück. Die Heizleistung beträgt 6 kW, die Oelfüllung rd. 14 l, die ganze Bauhöhe 1240 mm. Die Heizstromzufuhr wird durch Sicherheitsthermostaten im Oelbad (260°C) und im Kühlwasser (26° C) unterbrochen, wenn die zulässige Temperaturgrenze überschritten wird. Bild 18 zeigt das Absaugvolumen in Abhängigkeit der zu überwindenden Druckdifferenz der auf Bild 17 dargestellten Pumpe.

3. Die kältetechnischen Einrichtungen

Der Kältebedarf wird durch drei getrennte Tiefkühlanlagen gedeckt, von denen die eine den Plasma-Gefrierapparat und den Kondensator der Trocknungsanlage bedient, die zweite, wesentlich grössere Anlage den Tiefkühlraum kühlt; während eine dritte kleine Kältemaschine auf den Vorraum arbeitet. Alle drei Anlagen benützen Freon F 22 als Kältemittel.

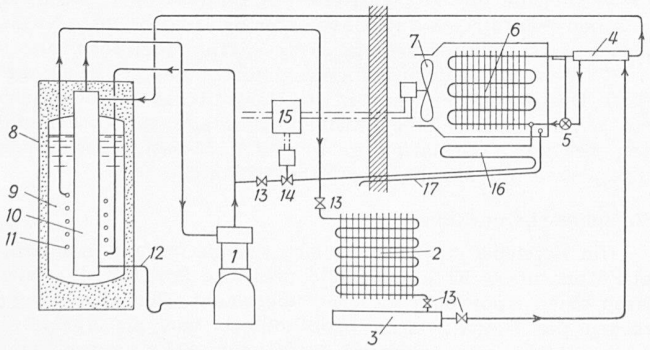


Bild 20. Schema der Kühlanlage für den Vorraum

1 Kompressor
2 Kondensator
3 Sammelbehälter, für Kältemittelflüssigkeit
4 Wärmeaustauscher
5 Expansionsventil
6 Luftkühler
7 Ventilator
8 Isolierter Wärmespeicher zum Abtauen
9 Speicherflüssigkeit zu 8
10 Abscheideflasche
11 Heizschlange
12 Oelrückführung
13 Handventile im Kältemittelkreislauf
14 Solenoidventil zum Abtauen
15 Abtau-Schaltuhr
16 Geheizte Tropfschale
17 Tropfwasserableitung

Die Kühlanlage für den Gefrierapparat und den Kondensator besteht aus zwei getrennten Kompressoraggregaten von stark verschiedenem Ansaugvolumen, die wahlweise entweder einzeln oder parallel, oder in Serie geschaltet werden können. Hierdurch wird eine weitgehende Anpassung an die verschiedenen Betriebsverhältnisse erreicht, die namentlich beim Arbeiten auf den Kondensator der Trocknungsanlage während der Abkühlungsphase zu Beginn des Prozesses von Nutzen ist. Beide Kompressoraggregate bestehen aus einem mehrzylindrigen Plungerkolben-Kompressor mit Kurbelwellen-Stopfbüchse, der über Keilriemen von einem Elektromotor angetrieben wird, sowie einem von Kühlwasser durchströmten Kondensator mit zugehörigem Oelabscheider und Armaturen.

Das flüssige Kältemittel wird vor jedem Kälteverbraucher (Verdampfer) zunächst in je einem Gegenstrom-Wärmeaustauscher mit dem kalten Kältemitteldampf aus dem Verdampfer vorgekühlt, wobei gleichzeitig dieser Dampf sich überhitzt und mit einer für die Schmierung zuträglichen Temperatur in den Kompressor gelangt. Beim zweistufigen Betrieb findet eine weitere Unterkühlung bis nahe an die dem Zwischendruck entsprechende Temperatur in je einem zweiten Wärmeaustauscher statt, in dessen Kühlmantel flüssiges Kältemittel eingespritzt wird; dieses wird nach erfolgter Wärmeaufnahme und Verdampfung in leicht überhitztem Zustand vom Kompressor der zweiten Stufe abgesogen. In diesem stark vorgekühlten Zustand tritt das Freon in das durch zwei thermostatische Fühler gesteuerte Expansionsventil ein, wo es sich auf den sehr niedrigen Verdampferdruck entspannt und in den Verdampfer übertritt. Der eine Fühler ist an der Flüssigkeitsleitung nach dem Expansionsventil angeklemmt, der andere an der Gasaustrittsleitung; das Ventil regelt also auf eine konstante Ueberhitzung.

Der Verdampfer des Gefrierapparates besteht aus einem System von horizontalen Röhren, die im unteren Teil des Kühlbades eingebaut sind, derjenige des Kondensators wird durch die beiden bereits beschriebenen Kühlmäntel gebildet. Besondere Flüssigkeitsabscheider sind bei der thermostatisch gesteuerten Zuteilung der Kältemittel-Flüssigkeit nicht erforderlich.

Die Kühlanlage für die Tiefkühlzelle ist grundsätzlich analog gebaut, wie die eben beschriebene: Auch hier wird mit doppelter Flüssigkeitsunterkühlung und thermostatisch gesteuertem Expansionsventil gearbeitet. Als Luftkühler wirkt ein Rippenrohr-Verdampfer, der in einem geschlossenen Gehäuse eingebaut ist. Die Kühlraumluft wird durch eine Luftturbine umgewälzt, die die gekühlte Luft auf Kopfhöhe in den Raum ausstösst. Luftkanäle im Raum fehlen.

Der Luftkühler wird automatisch jeweilen nach etwa sechs Betriebsstunden durch Umwälzen von heissem Kältemitteldampf in etwa sechs Minuten abgetaut. Bild 20 zeigt das Schema der Kühlanlage für den Vorraum, die nach dem selben Verfahren abgetaut wird. Die hierfür erforderliche Wärme wird während des Kühlbetriebes in einem isolierten, mit Alkohol gefüllten Behälter 8 aufgespeichert, in dem sich eine von den heissen Gasen durchströmte Heizschlange 11 befindet. Zum Abtauen öffnet sich das von der Schaltuhr 15 gesteuerte Solenoidventil 14, während der Ventilator 7 ausser Betrieb gesetzt wird. Das vom Kompressor geförderte heisse Gas strömt nun direkt in den Verdampfer, wird dort durch Aufnehmen der Schmelzwärme zum Teil verflüssigt und gelangt dann durch die Saugleitung nach der Flasche 10, in deren unterem Teil sich das Kondensat absetzt und dort unter Wärmeentzug aus dem Speicher 8 verdampft. Die Dämpfe gelangen dann in den Kompressor zurück. Die Tropfschale unter dem Kühlelement ist mit einer Schlaufe der Abtauleitung eng verbunden und wird durch diese geheizt. Die Tropfwasser-Ablaufleitung ist in ähnlicher Weise und zum selben Zweck bis ausserhalb des Kühlraumes ebenfalls mit der Abtauleitung verbunden.

Die kleine Kühlanlage für den Vorkühlraum weist einen über der Türe angeordneten Lamellenrohr-Luftkühler auf, der von einem Blechgehäuse umgeben ist und von künstlich umgewälzter Luft umspült wird.

V. Die Nebeneinrichtungen

1. Die Flaschenreinigung

Zur Vorreinigung werden die Flaschen in die rotierende Trommel einer Waschmaschine eingefüllt und dort die Unreinigkeiten in einer auf 80° erwärmten P_3-Lösung während

acht Stunden aufgeweicht (Bild 21). Die anschliessende Hauptreinigung findet in einer Maschine mit rotierenden Bürsten unter gleichzeitiger Spülung mit warmem Wasser statt. Dann werden die Flaschen zum Abtöten der Keime mit heissem Wasser und anschliessend mit destilliertem Wasser nachgespült, um so die getöteten Keime zu entfernen, d. h. die Flaschen pyrogenfrei zu machen. Die Verschlusstücke und die Gummidichtungen kocht man in einem besonderen Apparat aus, verschliesst die pyrogenfrei gemachten Flaschen mit solchen Gummidichtungen und sterilisiert sie in diesem Zustand in einem Autoklaven.

2. Die Sterilisation

Die Anlage besteht vorläufig im wesentlichen aus einem Autoklaven mit Zubehör. Demnächst wird ein zweiter gleicher Autoklav aufgestellt werden. Jeder Apparat besteht zur Hauptsache aus einem rechteckigen, doppelwandigen isolierten Kasten aus Kesselblech (Bild 22), der vorn durch eine ebenfalls isolierte Türe abgeschlossen ist, während auf der Unterseite ein elektrisch geheizter Dampfkessel angebracht ist. Seitlich sind die Steuerorgane für die Dampfzirkulation, das Speisewasser, die Temperaturregulierung und die elektrische Heizung angebaut. Zwischen den beiden Autoklaven befindet sich an der Wand das zugehörige elektrische Schalttableau.

Der Sterilisationsraum ist vollständig mit rostfreiem Stahlblech ausgekleidet und weist folgende Lichtmasse auf: 900 × 870 × 720 mm. Er reicht aus zur Aufnahme von 240 Einheitsflaschen, die in 24 aufeinandergestellten Körben aus rostfreiem Material eingebracht werden. Für anderes Sterilisationsgut können Tablare eingesetzt werden. Die sehr kräftige Türe, die gegen einen Innendruck von 3,5 atü (15 t) dichten muss, lässt sich mit Hilfe eines Zentralverschlusses rasch öffnen und schliessen. Sie ist an einem Schwenkarm aufgehängt, so dass das Schrankinnere in der geöffneten Stellung vollständig frei liegt.

Der unten angebaute Dampferzeuger wird durch vielfach unterteilte Heizelemente mit einem totalen Anschlusswert von 24 kW geheizt; er ist für 3,5 atü höchsten Druck gebaut, so dass eine höchste Sterilisationstemperatur von 147 ° C erreicht werden kann. Zur selbständigen Speisung dient ein Schwimmerregler (in Bild 22 rechts unten), der ein elektrisch betätigtes Speiseventil steuert.

Der Apparat wird vor dem Gebrauch zuerst aufgeheizt, wobei der im Kessel erzeugte Dampf den Heizmantel durchspült. Nach dem Einfüllen des Sterilisationsgutes wird der Innenraum zuerst mit Hilfe einer Dampfstrahl-Vakuumpumpe auf einen absoluten Druck von etwa 300 mm QS (0,4 ata) gebracht. Anschliessend stellt man am Handrad des Steuerventils die Vakuumpumpe ab und öffnet mit der selben Bewegung den Dampfübertritt vom Heizmantel zum Innenraum. Zugleich wird der in der Decke eingebaute Ventilator in Betrieb gesetzt, der in Verbindung mit zweckmässig angeordneten Führungskanälen den Dampf im Innenraum intensiv umwälzt und so für eine sehr gleichmässige Temperaturverteilung sorgt. Zwei Thermostaten, von denen der eine auf die gewünschte Einschalttemperatur, der andere auf die Ausschalttemperatur eingestellt wird, steuern selbsttätig die elektrische Heizung. Die Sterilisationsdauer beträgt in der Regel 30 Minuten.

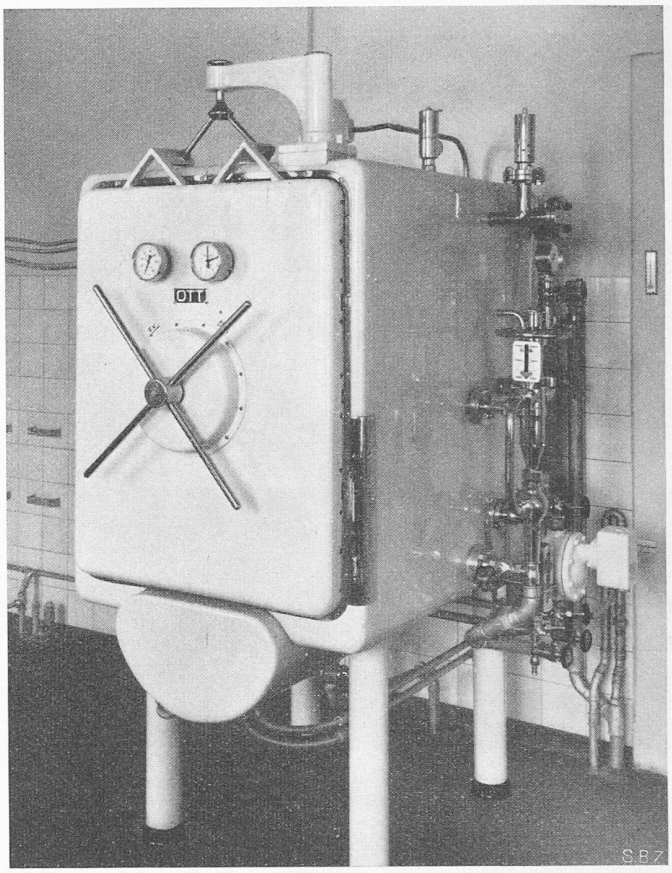


Bild 22. Autoklav für die Sterilisation

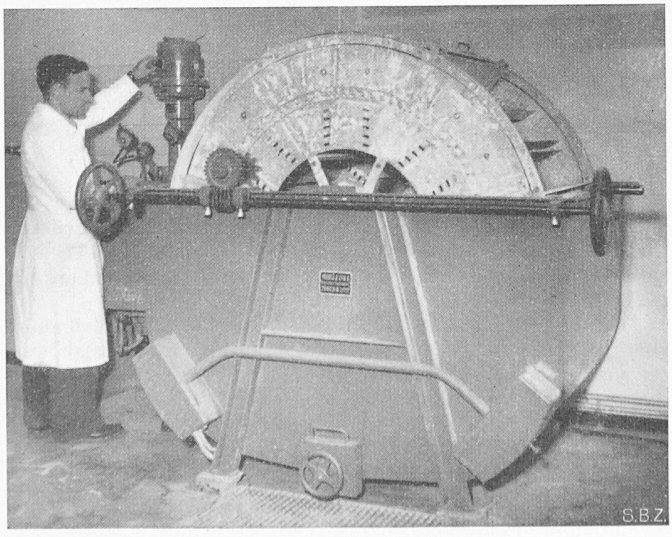


Bild 21. Flaschen-Einweichmaschine

Eine zusätzliche Heizung ermöglicht das Aufheizen des leeren Apparates bei Nacht, wodurch die eigentliche Aufheizzeit des gefüllten Apparates auf etwa 15 Minuten verringert werden kann. Nach dem Sterilisieren wird zunächst das Sterilisationsgut durch Evakuieren mit der Dampfstrahlpumpe getrocknet, worauf nach Brechen des Vakuums der Deckel geöffnet werden kann.

Zum Sterilisieren werden die leeren Einheitsflaschen mit nur lose aufgesetzten Gummischeiben eingeführt. In gleicher Weise werden die mit 90 cm³ Citratlösung gefüllten Flaschen für die Blutentnahme vor ihrem Versand an die Spendezentren behandelt; ebenso die mit 250 cm³ sterilem, pyrogenfreiem Wasser gefüllten Flaschen, die zur Auflösung des Trockenplasmas in die transfusionsfähige Form dienen. Weiter werden die mit konzentrierten Stammlösungen gefüllten Flaschen ebenfalls im Autoklaven sterilisiert (z. B. 20 % Na Cl-Lösung, 40 % Glukoselösung, 30 % Natriumcitratlösung).

Zu den Nebeneinrichtungen gehört eine elektrisch geheizte Destillationsanlage für die Herstellung von destilliertem Wasser, eine kleine Enthärtungsanlage zur Vorbehandlung des zur Destillation gelangenden Wassers, sowie eine Filterpresse mit zugehöriger Zahnradpumpe.

VI. Schlussbemerkung

Die Betriebsführung erfordert technische und medizinische Kenntnisse, Erfahrung und peinliche Sorgfalt. Sie wird durch einen Apotheker dauernd überwacht. Für jede Charge werden die Betriebsdaten protokolliert und ihr Verhalten durch Stichproben eingehend untersucht. Sehr wertvoll sind dabei die Diagrammstreifen der Registrierinstrumente (Bilder 14 und 15), die auch über die unbewachten Phasen des Trockenprozesses alle wünschbare Auskunft geben.

Die Anlage kam anfangs 1949 in Betrieb, sie genügt den an sie gestellten Anforderungen. Bis zum 1. September sind insgesamt rd. 5000 Flaschen Trockenplasma hergestellt worden. Durch Versuche werden immer wieder neue Wege ausfindig gemacht, um die Leistung zu erhöhen und das Arbeits-

verfahren wirtschaftlicher zu gestalten. Insbesondere wird eine Beschleunigung des Trockenprozesses angestrebt, der bei der heutigen Art der Durchführung den eigentlichen Engpass in der ganzen Produktionskette darstellt.

Verzeichnis der Lieferfirmen

Novelectric A.-G., Zürich:	Sharpless-Zentrifuge, Plasma-Gefrierapparat, Vakuum-Trokkenkammern, Kondensator, Vakuumpumpen, Kühlmaschinen und Registrierinstrumente
A.-G. Brown Boveri & Co., Baden, Aargau:	Antriebsmotoren
Hermann Flückiger, Bern:	Elektrische Installationen
Wanner & Co., A.-G., Horgen:	Isolierung der Kühlräume
Gebrüder Ott, Worb, Bern:	Autoklaven
Wenger & Co., Zürich:	Laval-Zentrifuge
A. Vögeli & Co., A.-G., Zürich:	Flaschenreinigungsmaschine, Einweichmaschine
Koehler, Bosshardt & Co., Basel:	Destillationsanlage
Theodor Christ, Basel:	Wasserenthärtungsanlage
Häny & Co., Meilen, Zürich:	Filterpresse
Glashütte Wauwil A.-G., Wauwil, Luzern:	Plasmaflaschen (Thermostabiles Neutralglas)
Sauter Louis, A.-G., Ermatingen, Thurgau:	Aluminium-Schraubdeckel
Gummiwerke Richterswil A.-G.:	Gummischeiben

Eigenschaften und Eignung verschiedener Materialien für Trittschall-Dämmung

DK 699.844

Von Ing. H. A. KJELSBERG i. Fa. Cavin & Co., Zürich

In modernen Bauten, besonders wenn in Beton und leicht gebaut wird, ist eine Dämmung des Trittschalles erforderlich, um Schallbelästigungen vom Obergeschoss her zu verhüten. Architekten, Bauherren und Unternehmer sind daher an dieser Frage gleichermassen interessiert. Obschon in der Schweizerischen Bauzeitung schon wiederholt über dieses Thema geschrieben wurde [1] bis [5] *), kommen immer wieder Misserfolge wegen fehlerhafter Konstruktion oder Verwendung ungeeigneter Materialien vor. Daher sollen nachfolgend die Grundsätze der Trittschall-Dämmung kurz rekapituliert, sowie die verschiedenen Dämmstoffe und deren Eignung besprochen werden.

Bei harten Bodenbelägen kann der Trittschall nur durch «schwimmende Böden» gedämmt werden. Diese bestehen aus der Tragdecke, einer darüber gelegten elastischen Isolierschicht und einer steifen Lastverteilplatte, welche ringsherum akustisch von den Wänden abgetrennt werden muss, um zu verhüten, dass der Trittschall durch die Wände übertragen wird. Bei gleicher Lastverteilplatte und Tragdecke hängt die Dämmung nur von den elastischen Eigenschaften der Isolierschicht und ihrer Stärke ab und bei gleicher Isolierschicht ist die Dämmung umso besser, je schwerer die Tragdecke ist. Mit weichen Teppichen kann man auch ohne schwimmenden Boden einen dumpfen, statt einen hellen, lästigen Trittschall erreichen.

Eigenschaften der Trittschall-Dämmstoffe

Um den Trittschall gut zu dämmen, muss die Isolierschicht einen kleinen dynamischen Elastizitätsmodul aufweisen, d. h. sie muss unter wechselnder, nicht nur unter ruhender Belastung weich sein. Anderseits darf sie aber nicht so weich sein, dass sie unter der Belastung durch die Lastverteilplatte und die Nutzlast ganz zusammengedrückt wird und nicht mehr federn kann.

Heute werden als Unterlage für schwimmende Böden hauptsächlich die folgenden Dämmstoffe verwendet: Matten aus Glas-, Kokos-, Textil- und Sisal-Fasern, Korkschrot, lose geschüttet oder auf Papier, bzw. Dachpappe geklebt, sowie gelegentlich auch Filzkarton in einer oder mehreren Lagen.

In bezug auf Glasfasern muss auf die ganz verschiedenartige Struktur der Matten aus Glasseide und Glaswolle aufmerksam gemacht werden. Die Glas s e i d e - Matten bestehen aus langen, über die ganze Breite der Matten durchgehenden Glasfasern. Diese liegen in schleierartigen Schichten aufeinander und überkreuzen sich in unregelmässigen Abständen. Dadurch bilden diese Matten ein System von Stabfedern verschiedener Länge, deren Abmessungen durch die Abstände zwischen den Kreuzpunkten der Fasern bestimmt werden. Auf dieser Struktur beruhen die sehr günstigen elastischen Eigenschaften der Glasseide-Matten. Im Gegensatz dazu bestehen Glas w o l l - Matten aus kurzen, krausen Glasfasern, die regellos gelagert und ausserdem feiner sind, als diejenigen aus Glasseide. Unter Belastung federn die Glaswoll-Matten nicht mehr. Für alle Anwendungen, bei denen die Matten mechanisch belastet werden, wie dies bei Trittschall-Dämmung der Fall ist, eignen sich daher Glaswoll-Matten nicht und es kommen für diese Zwecke nur Glasseide-Matten in Betracht.

Prof. W. F u r r e r [4] hat die elastischen Eigenschaften von Matten aus Glasseide-, Kokos- und Textil-Fasern, sowie Schwammgummi in dem für Trittschall-Dämmung meist in Betracht kommenden Belastungsbereich von 200 bis 600 kg/m² bestimmt. Auf Schwammgummi sei hier nicht weiter eingegangen. Für die drei Mattenarten können den Kurven von W. Furrer die auf untenstehender Tabelle zusammengestellten Werte für die statischen und dynamischen Elastizitätsmodule entnommen werden.

Wie ersichtlich werden bei allen drei Mattenarten sowohl der statische, wie auch der dynamische Elastizitätsmodul mit zunehmender Vorbelastung grösser; die Matten werden also härter. Diese Eigenschaft ist allen Trittschall-Dämmstoffen gemeinsam. Die Dämmung muss also bei sonst gleichen Verhältnissen mit zunehmender Belastung geringer werden.

Die drei Mattenarten verhalten sich unter statischer Belastung praktisch gleich, unter dynamischer dagegen ganz verschieden. Unter Wechsellast nimmt die Härte der Glasseidematten nur sehr wenig zu, während sie bei Kokos- und in noch höherem Masse bei Textil-Faser-Matten auf ein Vielfaches des Wertes, der bei ruhender Belastung gilt, ansteigt. Diese Eigenschaft der Matten aus Kokos- und Textil-Fasern wirkt sich auf die Trittschall-Dämmung ungünstig aus. Die elastischen Eigenschaften von Sisalfaser-Matten dürften, wie aus ihrer Faserstruktur zu schliessen ist, zwischen denen von Kokos- und Textilfaser-Matten liegen.

Die elastischen Eigenschaften von Korkschrot und Kork-Platten sind viel ungünstiger als die der oben angeführten Matten. Für Kork kann man keine genauen Werte angeben, da der dynamische Elastizitätsmodul sehr stark mit der Qualität des Rohmaterials, der Aufbereitung (Expandieren), der Pressung bei der Herstellung der Platten und der Korngrösse des Schrotes variiert. C. Costadoni [6] gibt für den dynamischen Elastizitätsmodul von Korkplatten die folgenden Werte an, die zeigen in wie weiten Grenzen die Werte streuen können: weiche Korkplatten: 35 kg/cm² (bei einer Vorbelastung von 0,53 kg/cm²); normale Korkplatten ohne Vorbelastung: 280 kg/cm².

Bei Korkschrot können sich die einzelnen Körner bei Belastung viel freier deformieren als in gepressten Platten, weshalb der dynamische Elastizitätsmodul wesentlich kleiner sein muss. Er dürfte im Belastungsbereich von 200 bis 600 kg/m² nach vorsichtiger Schätzung zwischen 10 und 40 kg/cm² liegen. Die Werte können aber auch noch weiter streuen. Ein Vergleich mit den von Furrer für Glasseidematten bestimmten Werten zeigt, dass Korkschrot etwa 30 bis 100 mal härter ist als diese. Korkschrot und Korkplatten sind daher viel zu hart, um sich für Trittschalldämmung zu eignen.

Mattenart	Stat. Vorbelastung kg/m²	Elastizitätsmodul statisch kg/cm²	Elastizitätsmodul dynamisch kg/cm²
Glasseide	200	0,10	0,10
	400	0,20	0,23
	600	0,30	0,37
Kokosfasern	200	0,10	0,39
	400	0,18	0,79
	600	0,27	1,27
Textilfasern	200	0,10	0,59
	400	0,18	1,38
	600	0,31	—

*) Siehe Literaturverzeichnis am Schluss.