Zeitschrift: Protar
Herausgeber: Schweizerische Luftschutz-Offiziersgesellschaft; Schweizerische Gesellschaft der Offiziere des Territorialdienstes
Band: 5 (1938-1939)
Heft: 12

Artikel: Die maschinelle Ausrüstung von Luftschutzräumen
Autor: Bechtler, H.C.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-362708

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: 29.07.2025

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

gesetzten zu legalisieren, der auch für den Ersatz verbrauchter oder verdorbener Medikamente zu sorgen hat.

Die Technik der subcutanen Einspritzung bietet dem geschickten Laien, wie ich mich in Instruktionskursen überzeugen konnte, keine Schwierigkeiten. Zweckmässig ist die Verwendung einer in Alkohol aufbewahrten, immer betriebsbereiten Spritze, die mit feiner Nadel armiert ist. Beträchtlich vereinfacht wurde die Einspritzungstechnik mit der Schaffung des sogenannten «Tubunic», mit welchem jederzeit auf einfachste Weise eine keimfreie Einspritzung unter die Haut gemacht werden kann.

Meine Ueberzeugung geht also dahin, dass bei enger, präziser Umgrenzung des Indikationsgebietes und bei zweckmässiger Instruktion bestimmte Gruppen von Laien ohne Bedenken zur Vornahme subcutaner Einspritzungen berechtigt werden dürfen.

Die maschinelle Ausrüstung von Luftschutzräumen

Von Dipl.-Ing. **H. C. Bechtler**, Zürich

Die besonderen Anforderungen, die an die kollektiven Luftschutzräume gestellt werden, haben der Technik eine Menge neuer Probleme gestellt, die aber alle mit den heute vorhandenen technischen Mitteln gelöst werden können. Sie bieten insofern besonderes Interesse, als die Fehlerquellen, die bei neuartigen Maschineneinrichtungen immer wieder auftreten und langsam durch die Erfahrung ausgeschaltet werden können, hier so weit wie nur möglich, auch ohne diese Korrektur durch die Erfahrung, zu vermeiden sind. Man wird darum genötigt sein, mit den Vorsichtsmassregeln sehr weit zu gehen.

Ein aufmerksames Studium vieler ausländischer Luftschutzräume hat uns gezeigt, dass der Ausrüstung dieser Räume die allergrösste Aufmerksamkeit geschenkt wird und dass für wichtige Schutzräume keine Kosten gescheut werden, um Lösungen zu finden, die alle Sicherheiten bieten. Ein Vergleich der Kosten für eine vorzügliche maschinelle Einrichtung eines Luftschutzraumes mit denjenigen für Mauern, Decke usw. zeigt, dass diese bei weitem überwiegen. Man kann aber oft durch bessere maschinelle Einrichtungen die Baukosten vermindern, weil z. B. Schutzräume mit künstlicher Ventilation kleiner und daher billiger gebaut werden können, trotz der Mehrkosten für die Belüftung.

Es stellen sich bei der Ausrüstung eines Luftschutzraumes für den Maschineningenieur folgende Probleme: 1. In einem gegebenen Raum, der durch bauseitige Vorkehrungen mehr oder weniger bombensicher gemacht wurde, einer möglichst grossen Anzahl Personen Schutz zu gewähren und die Bedingungen zu schaffen, in denen sie sich ohne Schaden für ihre Gesundheit längere Zeit aufhalten können. 2. Diese Bedingungen zu erfüllen unter der Annahme, dass von ausserhalb des Schutzraumes keine weiteren Hilfsmittel, wie Elektrizität oder Wasser usw. zur Verfügung stehen. 3. Für lebenswichtige Betriebe, wie Wasser-, Elektrizitäts-, Gasversorgung, Polizeiämter, Feuerwehr, Luftschutzorganisationen, militärische Kommandostellen, Telephonverwaltungen usw., geschützte Räume zu schaffen, in denen auch die wichtigsten Arbeiten zur Aufrechterhaltung der Betriebe ausgeführt werden können, und zwar ohne dass das Material, wie Pläne, Telephonapparate usw., schädigenden Einflüssen der Atmosphäre ausgesetzt sind.

Zur Lösung dieser Probleme sind die folgenden wichtigsten maschinellen Anlagen notwendig: I. Belüftungsanlagen; II. unabhängige Notstromgruppen für Licht und Kraft; III. Hilfsmaschinen, wie Wasserpumpen, Fäkalienpumpen, Signalapparate, Telephone usw.

I. Die Belüftungsanlagen.

Jede Person braucht, um zu leben, pro Stunde rund 2 m³ Luft und sie gibt dabei rund 25 l Kohlensäure ab. Die Aufenthaltszeit in einem unventilierten Raum kann aber noch um etwa 50 % verlängert werden, wenn man die Kohlensäure absorbiert. Diese Angaben zeigen die Notwendigkeit und liefern die Berechnungsgrundlagen der künstlichen Belüftung.

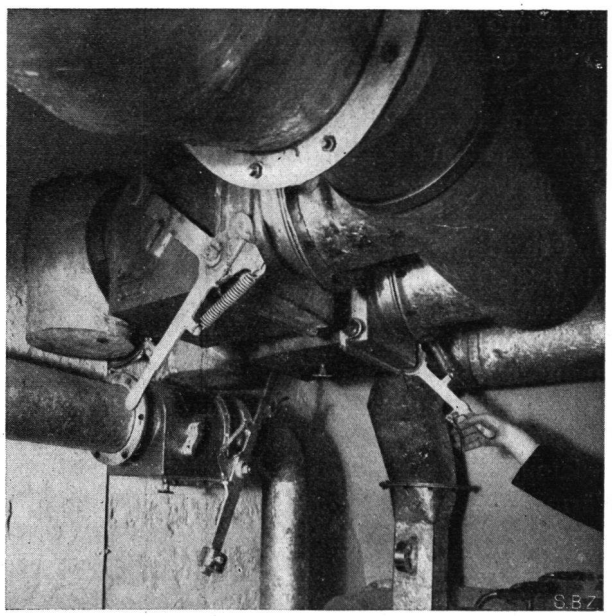

Abb. 1. Luftverteilungsleitungen mit luftdicht schliessenden Schnellschlussklappen mit Festhaltemechanismus.

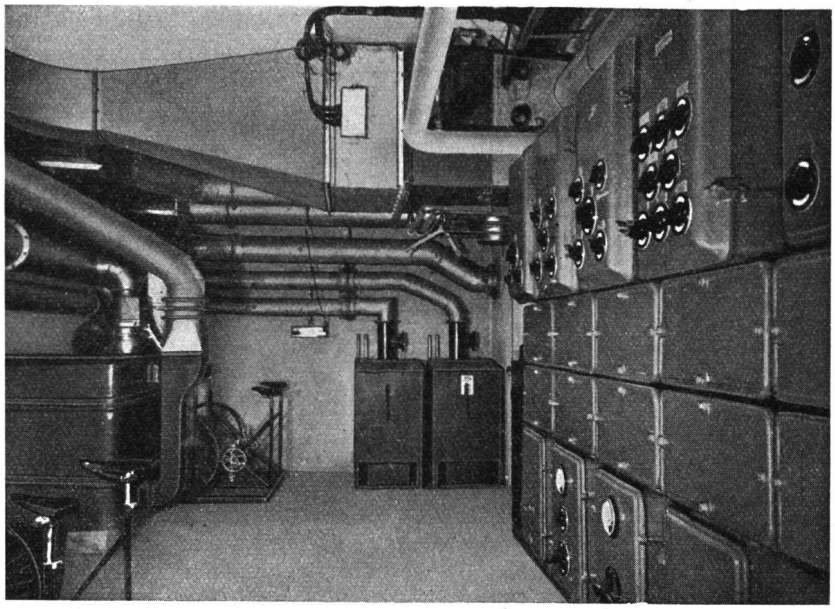

Abb. 2. Teilansicht des Maschinenraumes eines Gasschutzkellers für 300 Personen. Links LUWA-Gasfilter mit vier Veloantrieben, die für die Belüftung genügen. Im Hintergrund zwei methodische CO_2-Absorbiergeräte, System LUWA. An der Decke Luftkanal für die Konditionierung der Luft, mit eingebauter Kühl- bzw. Heizbatterie. Rechts Schalttafel zur Bedienung der Generatorengruppe mit Dieselantrieb und des Luftkompressors.

Viele Versuche im Festungsbau und an ausgeführten Schutzräumen haben ergeben, dass ein absolut dichter Schutzraum nur aus Metall gebaut werden kann. Es bestehen immer leichte Undichtigkeiten bei den Türen und Fenstern; der Boden und die Mauern, selbst wenn sie dick sind, lassen nach eingehenden Untersuchungen immer noch ansehnliche Gasvolumen durchsickern, wenn sie unter einem Luftdruck von einigen Millimetern WS stehen.

Eine gute Sicherheit gegen Kampfgaseintritt in die Schutzräume kann also nur dann bestehen, wenn sie unter einem Ueberdruck stehen, der z. B. durch Ausblasen von komprimierter Luft aus Flaschen hergestellt wird. Praktisch lässt sich dies nur durchführen, wenn der Schutzraum mit grosser Sorgfalt ausserordentlich dicht gebaut ist; denn sonst ist der Verbrauch an komprimierter Luft viel zu gross. Besser lässt sich der Ueberdruck durch Einblasen von filtrierter Aussenluft mittelst einer Ventilationsanlage erreichen, die ja ohnehin notwendig ist für jeden Schutzraum, der einer grösseren Anzahl Personen den Aufenthalt während einiger Stunden ermöglichen soll.

Ganz besondere Aufmerksamkeit muss der von den Personen im Schutzraum abgegebenen Wärme und Feuchtigkeit geschenkt werden, die je nach der Arbeit 90—180 Cal, bzw. 50—150 g Wasserdampf pro Stunde und pro Person ausmacht.

Unter Annahme von 100 Cal und 100 g Wasserdampf pro Person und Stunde werden z. B. in einem Schutzraum für 100 Personen durch diese allein stündlich 10'000 Cal erzeugt und 10 kg Wasserdampf abgegeben. Ein Teil der so entstandenen Wärme wird natürlich durch die verhältnismässig kalten Umfassungswände der Luftschutzkeller aufgenommen. Ohne besondere Vorkehrungen und mit den nach den Eidg. Vorschriften vorgesehenen 3 m^3 Luft pro Person und pro Stunde müssen aber die klimatischen Verhältnisse in den meisten Fällen in den Schutzräumen nach kurzer Zeit sehr unangenehm, wenn nicht gar unhaltbar werden. Durch die Abkühlung der Luft an den Wänden und den fortwährenden Zusatz von Wasserdampf wird die Sättigung bald erreicht und die Temperatur in den meisten Fällen nach einiger Zeit 30 und mehr Grad Celsius betragen. Darum muss der Schutzraum nicht nur mit filtrierter Luft in der gesetzlich vorgeschriebenen Menge versehen werden, sondern es wird in vielen Fällen notwendig sein, diese Räume zu klimatisieren. Die Klimatisierung kann aber nur durch Umwälzung einer grösseren Luftmenge durchgeführt werden, was meistens elektrische Kraft erfordert. Folglich gehören zur vollständigen Anlage ausser der erwähnten Luftfiltrierung eine Wärmequelle, sei es Warmwasser oder elektrische Wärme, und eine Kältequelle, sei es Leitungswasser der vorhandenen Wasserversorgung oder Grundwasser, oder eine Kältemaschine, sowie eine Notstromgruppe als Kraftquelle.

Die Ventilation des Schutzraumes lässt sich auf zwei Arten durchführen: a) Im offenen Kreislauf, d. h. durch Einblasen von filtrierter Aussenluft. Wegen des Ueberdruckes wird ein Teil der eingeblasenen Luft durch die Undichtigkeiten des Raumes entweichen; den Rest lässt man durch vorgesehene Ueberdruckklappen ins Freie austreten. b) Im geschlossenen Kreislauf, ohne Einführung von filtrierter Aussenluft, mit Regeneration der Innenluft durch Absorbierung der Kohlensäure und Zusatz von Sauerstoff. In diesem Falle sollte, um den Ueberdruck im Raume halten zu können, zusätzlich noch genügend komprimierte Luft ausgeblasen werden. Beide Ventilationsarten werden in vielen Fällen kombiniert verwendet, um die Sicherheit zu verdoppeln. Im folgenden seien einige Angaben über die einzelnen Teile der vorzukehrenden Ventilationseinrichtungen gemacht.

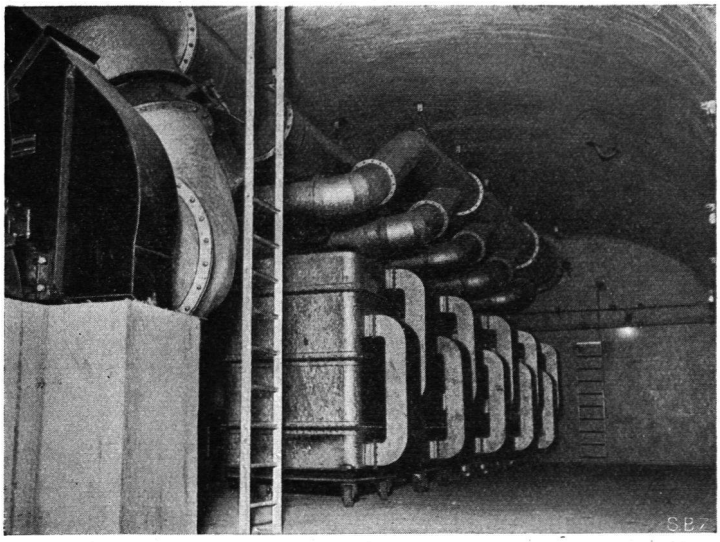

Abb. 3. LUWA-Kampfgasfilter für einen grossen Kollektivraum. Jeder Filtercaisson entspricht einem Aggregat für 1000 Personen.

Es ist zweckmässig, mehrere Aussenlufteinführungen vorzusehen; denn die eine oder andere könnte durch ausserhalb des Raumes stattfindende Explosionen zerstört werden. Eine davon sollte nur für die Belüftung ohne Luftfiltrierung gebraucht werden, d. h. dann, wenn der Raum ventiliert wird, ohne dass ein Angriff mit Gas stattgefunden hat. Auf diese Weise wird vermieden, dass diese Lufteinführung je durch Kampfgase verseucht wird. Die mit Kampfgas verseuchten Aussenlufteinführungen werden immer längere Zeit verseucht bleiben und können unmöglich unter Umgehung des Kampfgasfilters zur Ventilation benützt werden. Ausser der «sauberen» Aussenlufteinführung sollten, wenn irgend möglich, zwei weitere verwendet werden, d. h. eine niedere von der Höhenlage der Strasse und eine hohe, die von oberhalb der Dächer herabgeführt wird. Nötigenfalls können hierfür gemauerte Kamine oder ähnliche Schächte benützt werden, wenn sie in gutem Zustand sind; ganz aus Eisen gebaute Zuführungen sind jedoch vorzuziehen.

Unmittelbar nach der Einführung jeden Aussenluftkanals in den Schutzraum muss eine gegen äussere Ueberdrücke absolut dicht schliessende Abschlussklappe vorgesehen werden. Es bestehen heute Ausführungen, die mit einem Handgriff geöffnet oder geschlossen werden können und zudem eine Vorrichtung zur Sicherung besitzen, ähnlich den Handbremsen von Automobilen (Abb. 1). Eine Abschlussklappe gleicher Konstruktion sollte auch in die vorzusehenden Umgehungsleitungen des eigentlichen Luftfilters eingebaut werden.

Aussenluft und Umluft müssen durch ein Kanalnetz gleichmässig im ganzen Schutzraum verteilt werden, um trotz dichter Besetzung grosse Unterschiede im Kohlensäuregehalt der Luft zu verhindern. Die Luftverteilungsleitungen werden am besten aus verzinktem Eisenblech hergestellt und nahe an der Decke aufgehängt. Ihre Auslässe sollen nach Richtung und Menge regulierbar sein, aber von den Insassen des Raumes nicht verstellt werden können. Ausserdem sollen die Luftmengen der einzelnen Auslässe vermittelst Anemometer leicht kontrollierbar sein und der Personenzahl angepasst werden.

Die Abluft wird zum Teil durch die natürlichen Undichtigkeiten des Schutzraumes, zum grössten Teil jedoch durch Ueberdruckklappen ins Freie entweichen, die so berechnet sein müssen, dass sie im Schutzraum einen Ueberdruck von 5—10 mm WS einhalten. Bei allfälligem Stillstand der Ventilation oder beim Ventilieren im geschlossenen Kreislauf sollen diese Klappen von innen dicht verschlossen werden können. Ganz aus Metall ausgeführte Ueberdruckventile sind den hydraulischen vorzuziehen, weil im kritischen Moment die für diese notwendige Flüssigkeit fehlen kann.

Ventilator und Ventilatorantrieb.

Wegen der verhältnismässig hohen Druckverluste im Filter werden am zweckmässigsten Zentrifugalventilatoren verwendet, und zwar sollen sie nach dem Filter eingebaut werden, so dass die Luft durch den Filter durchgesogen wird. Dies hat den Vorteil, dass bei Undichtigkeiten in der Frischluftzuleitung oder im Filtergehäuse nur Falschluft vom Raum selbst hereingesogen werden kann und keine unfiltrierten Gase in den Raum austreten. Der Ventilator drückt dann die filtrierte Luft durch unter Umständen noch vorzusehende Lufterhitzer und -kühler oder Entfeuchtungsapparate und dann in das Verteilungssystem. Durch eine Umgehungsleitung zum Filter kann ohne Filtration ventiliert werden.

Für den Antrieb des Ventilators dient normalerweise ein Elektromotor. Daneben muss unbedingt eine Vorrichtung für den Betrieb mit menschlicher Kraft vorgesehen werden. Für kleinere Leistungen bis etwa 60 Watt, auf der Antriebsseite gemessen, ist eine Handkurbel zweckmässig. Um grösste Sicherheit zu erreichen, ist es dann aber vorteilhaft, wenn bei Stromunterbruch der Läufer

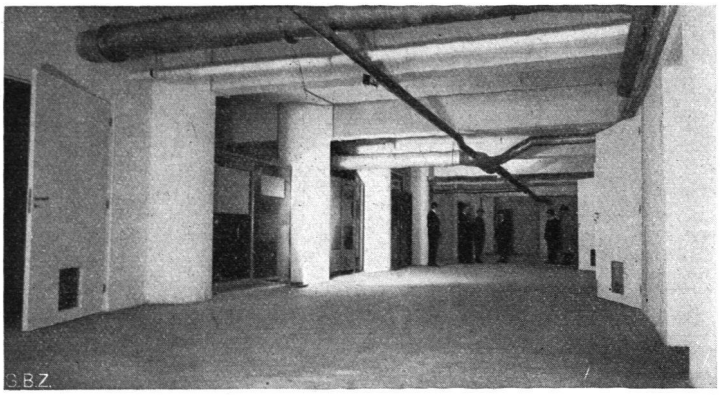

Abb. 4. Anordnung des Luftverteilungsnetzes im Korridor einer ausländischen Grossanlage.

des Motors durch die Handkurbel nicht mitgedreht werden muss; denn einerseits erhöht dies den Kraftverbrauch und anderseits kann der Handantrieb auch dann erlangt werden, wenn z. B. ein Motorlager festsitzt. Es gibt eine sehr elegante Konstruktion, bei der im selben Gehäuse zwei voneinander unabhängige Ventilatorläufer montiert sind. Der eine ist direkt gekuppelt mit dem Elektromotor und dient nur beim Motorbetrieb, während der andere über ein Zahnradvorgelege von der Handkurbel aus in Bewegung gesetzt wird und nur für den Handbetrieb dient. Eine automatische Umsteuerklappe im Druckstutzen des Ventilators verschliesst dann jeweils diejenige Ausblasöffnung, die nicht gebraucht wird. Auf diese Weise kann ohne irgendwelche weitern Umstellungen oder Handgriffe direkt vom Motorbetrieb auf den Handbetrieb übergegangen werden. Für grössere Leistungen kann die Handkurbel durch einen oder mehrere Fussantriebe (Velos) ersetzt werden, was auch beim Vorhandensein einer Notstromgruppe zu empfehlen ist. Beim Veloantrieb ist es leicht möglich, eine kleine Dynamo anzubringen für eine Notbeleuchtung, die für die nächste Umgebung des Maschinenraumes genügt. Es ist ratsam, am Ausblas des Ventilators einen Luftmengenanzeiger vorzusehen, an dem die tretenden Personen zur Kontrolle ihres Tempos die geförderte Luftmenge feststellen können.

Kampfgasfilter.

Die heute üblichen Kampfgasfilter bestehen grundsätzlich aus zwei Filterteilen; der eine ist der Arsinfilter, der alle nicht eigentlich gasförmigen Kampfstoffe zurückhält, z. B. nebel- oder rauchförmige Stoffe. Zu dieser Gruppe gehören Clark I, Clark II, Adamsit usw. Dieser Gruppe von Giftstoffen wird für die Zukunft erhöhte Bedeutung zugemessen. Es ist nämlich möglich, mit ihnen im angegriffenen Gelände weit grössere Konzentrationen, bei gleichem Gewicht der Gasbomben, herzustellen. Daher wird heute besonderes Gewicht auf die einwandfreie Ausbildung dieses Teiles der Filter gelegt, und gerade darin unterscheiden sich die Filterqualitäten sehr. Manche Konstrukteure verwenden fein verteilte Zellulose, die imprägniert und in einen Behälter eingepresst wird, den die Luft durchströmen muss. Eine andere Filtermasse sieht einem Fliesspapier ähnlich, das auf irgendeine Weise so angeordnet ist, dass eine ausserordentlich grosse Oberfläche zur Filtrierung entsteht. Diese Anordnung hat gegenüber jener den Vorteil des geringeren Luftwiderstandes.

Der zweite Teil des Filters ist der eigentliche Gasfilter und besteht in der Regel aus einer entsprechend starken Schicht aktiver Kohle. Alle wirklich gasförmigen Kampfstoffe werden an der sehr grossen Oberfläche dieser feinporigen, aktiven Kohle durch Adsorption festgehalten (verdichtet). Zu den gasförmigen Kampfstoffen gehören z. B. das Phosgen und das Chlorpikrin. Je nach den zur Herstellung verwendeten Rohstoffen ist die Aktivkohle mehr oder weniger wirksam. In den letzten Jahren wurden auf diesem Gebiete ausserordentliche Fortschritte erzielt.

Der Aufbau der Filter, die grundsätzlich aus den oben beschriebenen Elementen bestehen, ist ebenfalls verschieden. Man unterscheidet sogenannte «Blockfilter» und «Zellen»- oder «Patronenfilter». Bei den Blockfiltern wird sowohl der Arsin- wie der Gasfilter entsprechend dem Namen je in einem einzigen «Block» ausgeführt und je in ein einziges Gefäss eingebaut. Die Aktivkohle muss dann sehr sorgfältig eingerüttelt werden, damit bei den relativ grossen Durchmessern, die für grössere Luftmengen notwendig sind, eine gleichmässige Dichte ohne Hohlräume entsteht. Es besteht bei dieser Konstruktion die Gefahr, dass die Gase sich bei nicht ganz gleichmässiger Dichte ungleichmässig im Filter verteilen und dass sogenannte «Kurzschlüsse» entstehen, was zu frühzeitigem Gasdurchbruch durch den Filter führen kann. Diese Gefahr besteht besonders dann, wenn die Filter nach der Fabrikation transportiert werden müssen, wie dies immer der Fall sein wird. Bei der Blockkonstruktion ist im allgemeinen der Widerstand durch den Arsinfilter ziemlich gross; der Vorteil der Blockfilter besteht jedoch in den niedrigeren Herstellungskosten.

Der Zellen- oder Patronenfilter (Abb. 5) ist grundsätzlich anders aufgebaut. Er besteht aus einer grösseren Anzahl Filterzellen, die jede für eine bestimmte Luftmenge, z. B. 15 m³/h Luft, hergestellt wird, so dass z. B. ein Filter für 300 m³/h

aus 20 Einzelzellen besteht. In Abb. 6 sieht man einen Schnitt durch die Einzelzelle. Die zu filtrierende Luft tritt vorerst seitlich durch einen Vorfilter, der gröbere Staubteile ausscheidet, um den nachfolgenden Arsinfilter zu entlasten. Dieser besteht aus harmonikaartig zusammengelegter fliesspapierähnlicher Spezialfiltermasse. Von der Mitte des Zylinders gelangt die Luft durch die An-

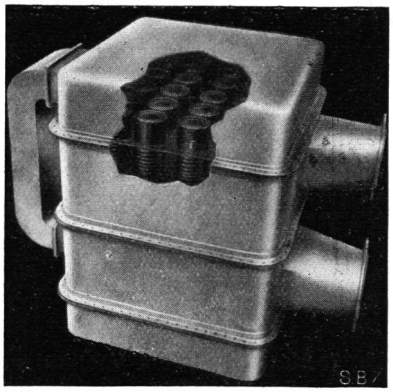

Abb. 5. LUWA-Kollektiv-Filter mit den im Filterkasten eingebauten Einzelelementen. Je nach der gewünschten Luftmenge werden mehr oder weniger Elemente aneinandergereiht.

schlussverbindung zum Gasfilter. Der Gasfilter besteht wieder aus einem Gefäss, aber entsprechend der kleinen Luftmenge der Einzelzellen ist dessen Durchmesser klein. Die Aktivkohle kann daher in der Fabrikation gut in gleichmässiger Dichte eingerüttelt und hernach unter Druck eingeschlossen werden. Es besteht darum wenig Gefahr, dass «Kurzschlüsse» entstehen. Der Zellenfilter besitzt einen Gesamtwiderstand von nur rund 50 mm Wassersäule. Bei einer Luftmenge von 3 m³ pro Person und Stunde, die den schweizerischen Vorschriften entspricht, müssen z. B. für einen Schutzraum von 80 Personen 240 m³/h Luft geliefert werden. Mit diesem Filter kann daher der Antrieb des Ventilators mit einem einzigen Fussantrieb (Velotrieb) ausgeführt werden, während bei Blockfiltern, die allgemein einen Widerstand von 150—250 mm WS und mehr besitzen, entsprechend mehr Personen und mehr Maschinen für den Antrieb benötigt werden. Die französischen Vorschriften z. B. schreiben vor, dass für einen Fussantrieb an der Antriebswelle die Leistung maximal 100 Watt pro Person betragen darf, und die Erfahrung lehrt, dass diese Zahl im praktischen Betrieb für nicht besonders geübte Leute nicht überschritten werden sollte.

Ein weiterer Vorteil des Zellenfilters ist die leichte Auswechselbarkeit der einzelnen Zellen. Im Kriegsfall lassen sich also leicht für alle eingebauten Zellenfilter zentrale Vorratslager anlegen, aus denen nach Bedarf die an den verschiedenen Orten verbrauchten Filterzellen ersetzt werden können, während es bei den Blockfiltern immer notwendig sein wird, im Schutzraum selbst schon einen kompletten zweiten Blockfilter lagernd zu haben; denn ein Ersetzen der verbrauchten aktiven Kohle in den Blockfiltern kommt aus vielen Gründen gar nicht in Frage. Der Nachteil des Zellenfilters ist aber sein höherer Anschaffungspreis, der durch die Konstruktion bedingt ist.

Erdluftanlagen.

Bei diesen Anlagen wird in einer Tiefe von 2 bis 3 m und mehr unter der Erdoberfläche eine Ansaugkammer erstellt und aus dieser die «Erdluft» durch Ventilatoren angesaugt und in die Schutzräume gedrückt. Der Erfolg einer solchen Anlage hängt vor allem von der Beschaffenheit des Bodens im näheren Umkreis der Ansaugkammer ab. In städtischen Bezirken z. B., wo die Strassen gepflästert und geteert sind, wird der Erfolg in vielen Fällen in Frage gestellt, oder es muss ein so grosser Unterdruck erzeugt werden, dass die Anlage nicht mehr wirtschaftlich betrieben werden kann. Ausserdem besteht die grosse Gefahr, dass bei Luftangriffen Gasleitungsbrüche in der Erde entstehen und dass dann Leuchtgas angesaugt wird. Darum ist die Verwendung solcher Anlagen nur in einem gewissen Abstand von allen Gasleitungen gestattet.

Nun ist aber zu bemerken, dass die Frage der Filterwirkung der Erde noch sehr unabgeklärt ist; je nach deren Beschaffenheit und dem verwendeten Gas ist sie ganz verschieden. Ebenso ändert sich die Wirkung mit der Erdfeuchtigkeit. Es ist fraglich, ob alle Kampfstoffe wirksam filtriert werden; darum soll eine Erdluftanlage nur mit Einbau von eigentlichen Kampfgasfiltern verwendet werden.

Kohlensäureabsorbierung.

Wenn im geschlossenen Kreislauf mit Regeneration der Luft ventiliert wird, muss das CO_2 absorbiert werden. Ein einfaches, hiefür geeignetes Gerät sieht man auf Abb. 2 im Hintergrund. Es besteht aus einem Metallgehäuse, das mit körnigem Natronkalk aufgefüllt wird. Die zu regenerierende Luft wird entweder durch den für die Filtrierung

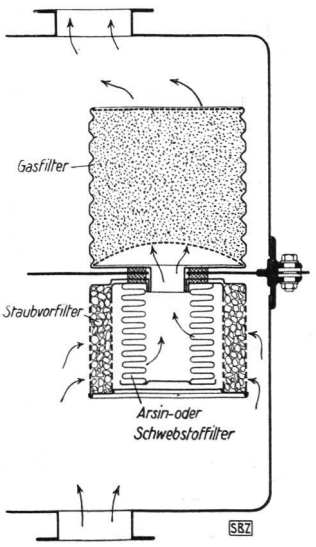

Abb. 6. Schematischer Schnitt durch ein LUWA-Filterelement.

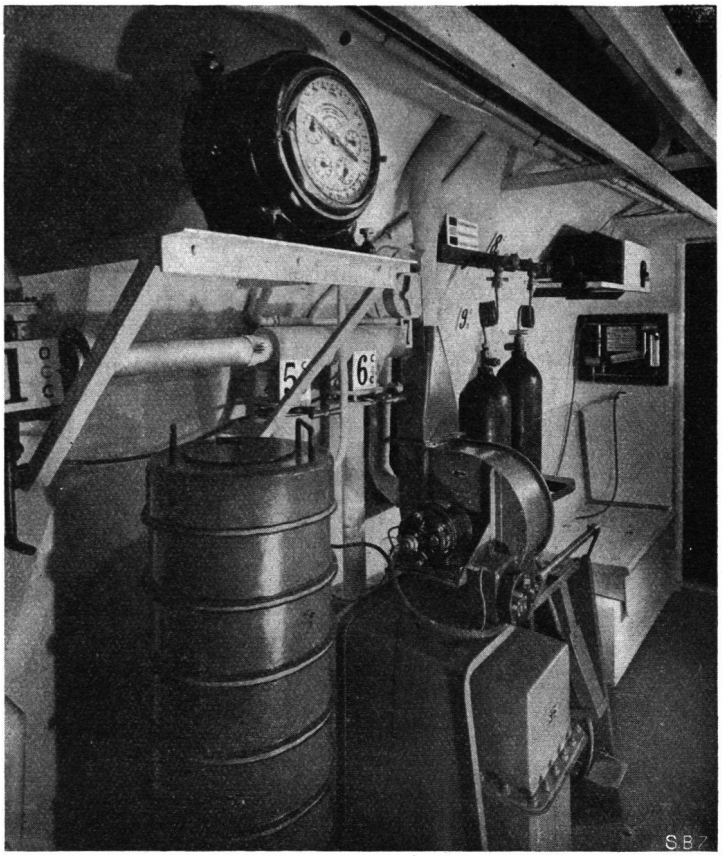

Abb. 7. Maschinelle und Ventilationseinrichtungen für einen Schutzraum für 20 Personen. Links methodisches CO_2-Absobiergerät, oberhalb Gasuhr für die Kontrolle des Sauerstoffzusatzes, rechts LUWA-Kampfgasfilter mit aufgebautem Ventilator für Motor- und Fussantrieb. Im Hintergrund Sauerstoff-Flaschen, Ueberdruckmesser, Gasdetektor. An der Decke Kühlschlangen, um Feuchtigkeit und Temperatur bei starker Besetzung zu vermindern.

vorhandenen oder durch einen eigens dafür vorgesehenen Ventilator von unten durch das Absorbiergerät gesaugt, wobei die untersten Schichten des Natronkalkes am raschesten verbraucht werden. Das Gerät besitzt eine Einrichtung, die erlaubt, mit einem Hebelgriff eine Schicht von 10 bis 15 cm Dicke unten zu entleeren, ohne dass der Rest nachrutscht; eine entsprechende Quantität frischen Natronkalkes ist oben einzufüllen. Beim Adsorptionsprozess entwickelt sich Wärme; zwei am Gerät angebrachte Thermometer gestatten, den Temperaturanstieg und damit die Wirksamkeit der Absorbierung zu kontrollieren. Die regenerierte Luft wird durch das Verteilungssystem gedrückt und den Rauminsassen zugeführt. Da mit der Absorbierung der Kohlensäure ein gewisser Unterdruck im Raum entsteht, ist damit die Gefahr des Eintrittes von Kampfgasen durch die Undichtigkeiten verbunden. Dem kann durch Einblasen von Luft aus Druckluftflaschen oder Zusetzen von Sauerstoff begegnet werden. Nach einer gewissen Zeit wird der Sauerstoffzusatz ohnehin notwendig werden, weil sonst ein Mangel an Sauerstoff im Schutzraum auftritt.

Es gibt ein Kohlensäureabsorbierungs-Verfahren vermittelst alkalischem Peroxyd, das gleichzeitig Sauerstoff befreit; aber dieses Verfahren bedarf einer Wärmequelle und einer Befeuchtung der Luft. Seine Verwendung ist recht kompliziert, und die erforderlichen Chemikalien sind teuer, so dass es in seiner heutigen Form kaum empfohlen werden kann, während Natronkalk verhältnismässig billig und leicht erhältlich ist.

Für den Zusatz von Sauerstoff zur Luft verwendet man Sauerstoff-Flaschen, die gewöhnlich 5 bis 7 m^3 Sauerstoff, bezogen auf atmosphärischen Druck, enthalten. Der Sauerstoff wird auf einen möglichst niederen Druck expandiert und durch eine kalibrierte Düse im Saugstutzen des Ventilators der Luft zugesetzt. Der Manometer des Expansionsventils wird in Kubikmeter Sauerstoff geeicht und ausserdem in Anzahl Personen, wobei nach den Schweizer Vorschriften 30 l pro Person und pro Stunde als Grundlage dienen, so dass der Chef des Unterstandes den Sauerstoffzusatz entsprechend der Besetzung regulieren kann; zuviel Sauerstoff hat ebenfalls nachteilige Folgen für die Insassen. Weil bei der Regulierung durch das Expansionsventil allein grosse Fehler unterlaufen können, wird zur Kontrolle ein Sauerstoffmesser, ähnlich den bekannten Gasmessern, mitinstalliert, mit dem von Zeit zu Zeit die Sauerstoffmenge pro Zeiteinheit überwacht wird. Auch hier soll die Anordnung so getroffen werden, dass übersichtlich und mit einem Blick die notwendigen Mengen entsprechend der Personenzahl ohne Rechnung festgestellt werden können. Auf Abb. 7 sieht man sowohl die installierte Messuhr als auch das Zusatzgerät mit den montierten Manometern.

Heizung.

Als Wärmequelle für die Klimatisierung im Winter kommt kein Zentralheizungssystem und keine Dampfquelle ausserhalb des Schutzraumes in Frage, und es ist daher notwendig, einen elek-

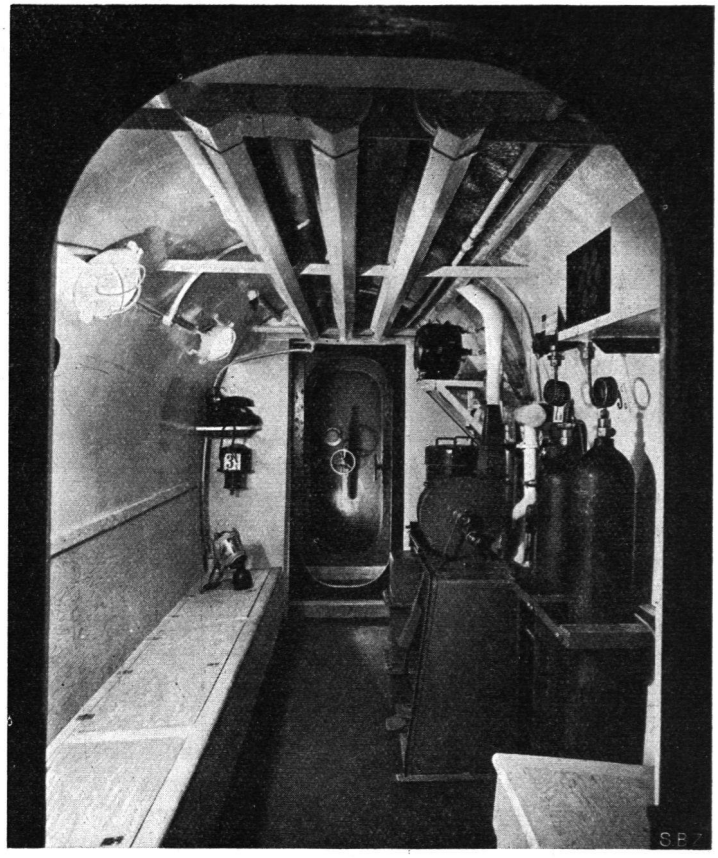

Abb. 8. Gleicher Schutzraum wie Abb. 7, von der andern Seite aus gesehen. Im Hintergrund Eingang mit Schleuse.

trischen, regulierbaren Lufterhitzer in den Luftstrom einzubauen, der entweder vom öffentlichen Netz oder von der Notstromgruppe gespeist wird. Eine Erwärmung auf maximal 20 ° C wird im allgemeinen genügen; denn die Personen erzeugen selbst viel Wärme. Diese würde normalerweise auch bei tiefen Aussentemperaturen genügen, um die Luft schliesslich auf die gewünschte Temperatur aufzuheizen; aber es ist nicht möglich, kalte Luft ohne nachteilige Folgen für die Insassen in einen Raum einzublasen. Bei Verwendung einer Notstromgruppe kann auch das Kühlwasser des Diesel- oder Benzinmotors als Wärmequelle beigezogen werden. Entweder lässt man das Kühlwasser im geschlossenen Kreislauf durch Thermosiphonwirkung durch den Lufterhitzer und den Kühlmantel des Motors laufen, oder man führt Leitungs- oder Grundwasser zuerst durch den Kühlmantel des Motors, dann durch den Lufterhitzer und schliesslich in den Abwasserkanal.

Besondere Schutzräume, wie Sanitätshilfestellen usw., sollen rasch aufgeheizt werden können, und zwar entweder durch Aufstellen besonderer Heizkörper oder durch Betrieb der Anlage mit Umluft bei stark gesteigerter Umwälzung.

Luftkühlung und Entfeuchtung.

Wegen der von den Insassen entwickelten Wärme und abgegebenen Feuchtigkeit genügt zur Klimatisierung, d. h. in diesem Falle zur Entfeuchtung und Kühlung, die gesetzlich vorgeschriebene Minimalluftmenge von 3 m³/Stunde/Person nicht, ohne dass ein Teil des Wasserdampfes an den kälteren Wänden ausgefällt und die Temperatur zu hoch ansteigen würde. Ueber die Kühlwirkung der Umfassungswände fehlen noch praktische Versuchsergebnisse, und man ist darum heute noch genötigt, grosse Sicherheitszuschläge zu machen. Das aber kann auf jeden Fall mit Bestimmtheit festgestellt werden, dass ein Mehrfaches der 3 m³ Luft klimatisiert werden muss, um in dicht besetzten Schutzräumen für einige Stunden annehmbare klimatische Verhältnisse zu schaffen.

Wenn man mit grosser Sicherheit auf das Leitungswasser rechnen kann, so erfolgt die Luftkühlung am einfachsten mit einem Luftwascher oder einem Oberflächenluftkühler und Entfeuchter mit Wasserzirkulation, unter Umständen mit einer Kombination beider Systeme. Damit kann die Luft meistens genügend abgekühlt werden, und sie verliert dabei einen erheblichen Teil ihrer Feuchtigkeit. Die so entfeuchtete und gekühlte Luft wird durch einen besonderen Ventilator unter Zusatz von Raumluft ins Luftverteilungssystem eingeblasen und verteilt. Je nach den Umständen steigt dann die zu verwendende Totalluftmenge auf 15—25 m³/h/Person.

In Ausnahmefällen ist die Entfeuchtung und Kühlung der Luft auch mit Kältemaschinen durchgeführt worden, doch sind deren Anschaffungskosten erheblich. Ausserdem hat die Kältemaschine einen ziemlich grossen Kraftbedarf und entwickelt unerwünschte Wärme, die durch Wasser- oder durch Luftkühlung abgeführt werden muss. Die Luftentfeuchtung lässt sich auch auf

chemischem Wege durchführen, doch ist diese Methode teuer. Allerdings kann dann die Entfeuchtung viel weiter getrieben werden; hingegen tritt keine Kühlung der Luft ein, und es ist zur Regeneration der Chemikalien eine Wärmequelle erforderlich.

Auf Abb. 2 (S. 192) sieht man einen Luftkonditionierapparat mit Luftwascher an der Decke, auf Abb. 8 die Kühlschlangen, durch die die Luft vermittelst Leitungswasser gekühlt und entfeuchtet wird.

II. Die Installation der Notstromgruppe.

Für den Fall des Versagens der öffentlichen Stromversorgung müssen grössere Schutzräume mit einer Notstromversorgung ausgerüstet werden. Massgebende Fachleute sind der Ansicht, dass mit der öffentlichen Stromversorgung einige Zeit nach Kriegsausbruch mit grösster Wahrscheinlichkeit überhaupt nicht mehr gerechnet werden kann, so dass die Notstromanlage nicht nur in Ausnahmefällen, sondern normalerweise in Betrieb sein wird. Es empfiehlt sich daher, sie etwas grösser zu wählen, als es für die Bedürfnisse des Schutzraumes allein notwendig wäre, damit man auch ausserhalb des Schutzraumes liegende lebenswichtige Anlagen anschliessen und im Betrieb halten kann. Dadurch wird die Verwendungsmöglichkeit dieser verhältnismässig teuren Anlagen bedeutend erhöht.

Bei der Installation der Notstromgruppe sind folgende Punkte zu beachten:

1. Der Antriebsmotor (Diesel- oder Benzinmotor) braucht eine erhebliche Menge Luft, die ebenfalls zu filtrieren ist. Es muss also ein besonderer Luftfilter und Ventilator für die Notstromgruppe vorgesehen werden. Die Aussenluftzuführung kann mit jener der übrigen Filtergruppen (für die Personen) vereint sein. Ein Handantrieb für den Ventilator der Notstromgruppe ist nicht notwendig; denn er muss nur laufen, wenn Strom erzeugt wird. Die Notstromgruppe strömt auch eine beträchtliche Wärme aus, man muss daher überschüssige Luft zur Kühlung zuführen. Ferner soll die Notstromgruppe in einem getrennten, luftdicht verschlossenen Raume aufgestellt werden, jedoch mit gleichem Schutz gegen Bomben wie der übrige Schutzraum und mit einem Zugang von diesem aus; denn einerseits erzeugt die Notstromgruppe Lärm, der die Insassen nervös beeinflussen kann, und anderseits entstehen immer CO-Gase, die durch undichte Auspuffleitungen in die Räume gelangen könnten, wo sich Personen aufhalten.

2. Alle Bauteile des Schutzraumes sind wegen der Erschütterungen und Schwingung sorgfältig gegen die Maschine und deren Fundament zu isolieren und der Schalldämpfung für den Auspuff ist grösste Aufmerksamkeit zu schenken. Es sind schon Notstromgruppen aufgestellt worden, die durch Resonanzerscheinungen und Erschütterungen unhaltbare Zustände in den begrenzten Räumlichkeiten eines Schutzkellers erzeugt haben.

3. Die Auspuffleitung muss für sich und weit entfernt von der Frischluftentnahmestelle ins Freie geführt werden. Das gleiche gilt für die Ableitung der überschüssigen Luft vom Raum der Notstromgruppe. Auch hier muss eine automatische, von innen verschliessbare Ueberdruckklappe eingebaut werden. Die Art des Generators und seine Spannungsregulierung richten sich nach dem anzuschliessenden Verbrauchernetz.

Bei der Wahl zwischen Benzinmotor und Dieselmotor ist diesem trotz höheren Preises der Vorzug zu geben; denn ein Benzinmotor ist in so beschränktem Raume äusserst feuergefährlich. Die Lagerung des nötigen Benzins und die Abführung der Benzindämpfe bieten Schwierigkeiten. Bei kleineren Anlagen bis ungefähr 12 kW Leistung kann auch der Dieselmotor von Hand angelassen werden, während für grössere Anlagen oft automatische Anlassvorrichtungen mit Pressluft gebaut werden, die beim Ausfallen des Netzstromes die Notstromgruppe in Betrieb setzen. Diese Einrichtungen verteuern die Anlage nicht unwesentlich. Die normal erhältlichen Dieselmotoren haben Wasserkühlung, wofür das Wasser vom allgemeinen Leitungsnetz bezogen oder von einer Grundwasserpumpe, die sowieso für andere Zwecke im Schutzraum installiert ist, geliefert wird. Als weitere Lösung kommt ein Behälter in Frage, in dem genügend Kühlwasser für einen mehrstündigen Betrieb gelagert wird. In den Sommermonaten ist es unzweckmässig, das Kühlwasser im geschlossenen Kreislauf zu verwenden, weil die so entstehende Wärme im Schutzraum nicht leicht abgeführt werden kann.

Für den Verbrennungsmotor muss ein Brennstoffvorrat vorgesehen werden, der für einen mehrtägigen Betrieb der Anlage genügt; denn es kann nicht mit Sicherheit auf Ersatz des Brennstoffes innerhalb nützlicher Frist gerechnet werden. Der Brennstoff wird in Fässern in den Schutzraum gebracht und mit einer kleinen Handpumpe in die Tanks gefördert. Neben dem allgemeinen Brennstoffvorrat muss ein Tagesbehälter vorgesehen werden, der täglich vom Hauptbehälter aus gefüllt wird und aus Sicherheitsgründen einen kleinen Inhalt besitzt, gerade genügend für einen Tagesbedarf. Beide Brennstoffbehälter müssen mit Schaugläsern versehen sein.

III. Zusätzliche Hilfsmaschinen.

In grösseren Luftschutzräumen, bei denen ein Ventilieren im geschlossenen Kreislauf als unbedingt notwendig erachtet wurde, sind neben den beschriebenen Maschinen noch Luftkompressorgruppen aufgestellt worden zum Auffüllen von Stahlflaschen mit komprimierter Luft. Da der Kompressor nur nach erfolgten Angriffen in Betrieb genommen wird, bedeutet sein Motor keine zusätzliche Belastung für die Notstromgruppe.

In vielen Fällen müssen für die Wasserversorgung Grundwasserpumpen verwendet werden, die

bisweilen Vorratsbehälter speisen, in denen vermittelst Pressluft ein gewisser Druck innegehalten wird. Dies ist insbesondere dann notwendig, wenn das Wasser in Luftwaschern unter Druck zerstäubt werden muss und wenn die Schutzräume mehrstöckig sind und in allen Stockwerken sich z. B. WC mit Wasserspülung befinden. Zur Erzeugung dieser Pressluft wird dann eine kleine automatisch gesteuerte Kompressorgruppe für Niederdruck von 2—3 atü aufgestellt.

Wo die Schutzräume unter der Vorflut der Abwasserkanalisation liegen, benützt man zur Entleerung der Abwasser eine Fäkalienpumpe. Es muss beachtet werden, dass die Rohrleitungen für das Abwasser durch genügend grosse Siphons hindurchgeführt werden müssen, um ein Eindringen der Gase von dieser Seite her zu vermeiden.

In manchen Schutzräumen, die als Kommandostellen dienen und Telephonzentralen enthalten, werden eigene Akkumulatorenbatterien und Ladestationen vorgesehen. Die Ladestation kann entweder mit der Notstromgruppe kombiniert oder als besondere Umformergruppe ausgeführt werden. Auf jeden Fall sollte für die Aufladung der Akkumulatoren nicht nur Fremdstrom zur Verfügung stehen. Bei der Ausführung der Lüftung bedenke man, dass den Akkumulatorenbatterien giftige Gase entsteigen.

Für Räume, die als Nottelephonzentrale dienen, gelten ganz besonders die gemachten Bemerkungen über Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit, und dort ist es von besonderer Wichtigkeit, die erwähnten Vorkehrungen zur Verbesserung der Luftverhältnisse zu treffen.

Es ist wichtig, alle Anordnungen in den Schutzräumen so klar und übersichtlich wie nur möglich zu treffen. Die Instruktionen zur Bedienung der Apparate müssen kurz und einfach gehalten sein. Alle Hebel, Klappen, Schalter und Apparate sollen deutlich angeschrieben werden, und die Erläuterung zu deren Bedienung soll zu keinen Missverständnissen Anlass geben können mit Rücksicht auf die Verwirrung und die Panik, die im Kriegsfall entstehen kann.

Medizinische Erfahrungen der Amerikaner mit chemischen Kampfstoffen im Weltkrieg

Von **Max Gerchik**, New York (USA.)

Aus dem gerichtlich-medizinischen Institut der Universität Bern - Direktor: Prof. Dr. med. J. Dettling (Fortsetzung)

E. Untersuchungen über den zeitlichen Krankheitsverlauf bei Gasvergiftungen.

Nach den Ergebnissen von Meakens und Priestley (5), die in ihren Studien von 4575 Fällen von Senfgasvergiftungen fanden, dass 787 (17,2 %) Patienten länger als neun Wochen in Spitalbehandlung bleiben mussten, und zwar folgender Krankheiten wegen:

Photophobie (funktionelle)	131
Bronchitis	118
Laryngitis	107
Uebererregbares Herz	116
Konjunktivitis und Bronchitis	90
Verbrennungen	39
Gastritis	35
Unbekannte Ursache	75

76 Patienten mussten länger als vier Monate in Spitalbehandlung bleiben. Nur 0,5 % dieser 76 Fälle (oder 0,08 % der 4575 Fälle) wurden als dauernd arbeitsunfähig diagnostiziert, und zwar hauptsächlich wegen: Bronchitis, Neurasthenie und Herzneurosen.

Nach den Ergebnissen vorgenannter Untersuchungen des U. S. Chemical Warfare Service ergibt sich also, dass die Zeitspanne zwischen der Zeit der Vergasung und der ersten Diagnose der Nachkrankheiten, die eine Spätfolge der Vergasung waren, betrug:

1. Bei *Phosgen*-Vergasung *einen* Monat (bei einem Falle von aktiver Lungentuberkulose) bis 110 Monate (in einem Falle von Pulmonalfibrose).

Die durchschnittliche Zeitspanne betrug:

bei der chronischen Bronchitis	11,2 Monate
bei Lungenemphysem	80,3 Monate
bei Bronchialasthma bis zum Auftreten des ersten asthmatischen Anfalles	86 Monate

Die *Dauer* der verschiedenen Nachkrankheiten aus Phosgenvergasungen von der Zeit der ersten Diagnose bis 1929 betrug:

bei Bronchialasthma	4 Jahre
bei Bronchitis	9 Jahre, 8 Monate
Lungenfibrose	3 Jahre, 4 Monate
Lungenemphysem	3 Jahre, 10 Monate
Chronische aktive Lungentuberkulose	11 Jahre

2. Bei *Chlorgas*-Vergiftungen betrug die Dauer der Spitalbehandlung in den positiven Fällen zwischen 24 Tagen (in einem Falle von akuter Bronchitis) und 195 Tagen (in einem Falle von fibröser Pleuritis).

Die Zeitspanne zwischen der Zeit der Vergasung und der ersten Diagnose der Nachkrankheit bei *Chlorgas* in neun positiven Fällen betrug 1½ Monate (in einem Falle von Lungentuberkulose) bis zu 37 Monaten (in einem Falle von Emphysem mit chronischer Lungentuberkulose).