

da nur so der rechnermäßige Rohrquerschnitt gleichmäßig gewahrt bleiben kann.

M. Isolierstoffe gegen Geräusche und Erschütterungen.

Im Abschnitt „Bauplatten“ scheinen die Richtlinien der Schallisolierung und der Wärmesperrung eng nebeneinander herzugehen. Es erübrigt sich nicht, in dem kommenden Abschnitt darauf zurückzugreifen.

Die Geräusche und Erschütterungen sind Schwingungen des Baukörpers und der darin eingeschlossenen Luft, die von den Vorgängen des Außen- und Innenverkehrs und des Betriebes ausgehen. Namentlich durch Arbeit und Maschinengang entstehen hörbare Klänge und fühlbare Erschütterungen, die gerade im Krankenhaus empfindliche Störungen hervorzurufen imstande sind. Ferner aber sind schwere und dauernde Erschütterungen geeignet, den technischen Bestand eines Bauwerkes ernstlich zu gefährden.

Störende Geräusche pflegen in Krankenhäusern in der Anhäufung von mechanischen Betrieben ihre Ursache zu haben oder von Unachtsamkeiten auszugehen, die ihrerseits mit den Mitteln der Disziplin vorweg unterdrückt werden sollten. Auf der anderen Seite machen die neueren Konstruktionsweisen, namentlich in Eisenbeton, bei weitgehender Ausnutzung zulässiger Beanspruchungen des Baustoffes das Bauwerk in allen seinen zusammenhängenden Teilen zu einem so hervorragenden Schalleiter, daß Klänge und Stöße sich auf weite Abschnitte der Baulichkeiten störend geltend machen müssen, wenn nicht bautechnische Gegenmaßnahmen im voraus ergriffen werden.

Es kommt hinzu, daß die Geräusche strömenden Wassers in den Zuflußleitungen, des Abfließens der Abwässer, ferner des Beschickens und Entschlackens von Kesseln, schließlich im besonderen die mit einer Dampfheizung verbundenen Klangerscheinungen als sehr störend empfunden werden.

Um bei der Bauplanung von richtigen Gesichtspunkten auszugehen oder vorgebrachte Klagen klar beurteilen zu können, bedarf es des Verständnisses der einschlägigen physikalischen Vorgänge. Man unterscheidet Erd-, Boden- oder Körperschall einerseits von Luftschall andererseits. Beiden Vorgängen gemeinsam sind jene Schwingungen der Materie, deren Erreger bestimmt gerichtete mechanische Stöße sind, die je nach ihrer Periodizität sich bis zu hellen Klängen bemerklich machen.

Diese gerichtet fortschreitende Wellenbewegung unterliegt den gleichen Gesetzen der Reflexion, Dispersion, Absorption, Brechung und Beugung wie bei Licht und Wärme und verrichtet mechanische Arbeit in der Materie, gleichviel, ob sie fest, flüssig oder gasförmig ist. Diese mechanische Arbeit kann man eine Schallstrahlung nennen, ähnlich derjenigen des Lichtes und der Wärme. Dabei geht diese Schallstrahlung sowohl innerhalb wie außerhalb der Konstruktion vor sich.

Indessen liegen praktisch bei der Ausbreitung von Geräuschen und Erschütterungen und derjenigen der Wärme ganz andere Verhältnisse vor. Denn in der Wärmewirtschaft des Menschen spielt — und darin liegt der Unterschied — die Wärmestrahlung eine weit geringere Rolle als die Wärmeleitung und der Wärmeübergang. Wärmeübergang ist nicht Strahlung, sondern ist Durchgang einer Wärmemenge durch die Trennfläche zweier Körper. Der Effekt wird in der Wärmetechnik ferner durch Konvektion erreicht, also durch Hinleitung des wärmetragenden Mediums an den Ort des Wärmebedarfes.

Man sieht, daß wir es in der Wärmesperrung und in der Schallisolierung mit ganz getrennten Gebieten zu tun haben, und daß die Mittel, die zu einer Herabsetzung der Wärmeleitzahl führen, nur gelegentlich auch diejenigen einer Sperrung des Schalles sein können.

Neben der Durchführung des Prinzips, störende Geräusche und Erschütterungen im Entstehen zu unterbinden, stellt sich der Schalltechniker die Aufgabe, zur Verbesserung der Klangverhältnisse im Raum die Nachhalldauer für bestimmte Zwecke abzustimmen. Dieses eigentlich akustische Problem ist im Krankenhausbau selten gegeben. Dagegen gilt es hier zu erkennen, daß die Fortpflanzung von Geräuschen innerhalb der Gebäude stets ein aus Körperschall und Luftschall gemischter, sehr komplizierter Vorgang ist. In diesem Sinne ist die Frage der Schalldämpfung ein sehr ernstes, rein technisches Problem.

Zuvor ist zu bemerken, daß das Einheitsgewicht einer Baumassee in steigender Linie von sperrendem Einfluß auf den Durchgang des Schalles ist. Jedoch hat die Steigerung dieses Gewichtes über ein bestimmtes Maß hinaus keine entscheidende Bedeutung mehr, und deshalb ist sie nicht wirtschaftlich. Die Grenze für eine Wirkung mit kompakten Baumassen gegen Schalldurchgang liegt bei 175 kg/m^2 Wandfläche, was einer Mauerstärke von noch nicht $0,1 \text{ m}$ gleichkommt, wobei noch dazu mit einer nur unbedeutenden Porosität des Baustoffes gerechnet werden muß.

Bestimmend für den Schalldurchgang ist:

1. der Grad der Schallhärte eines Baustoffes, die sich als das Produkt seiner Dichte und der dem Stoff eigenen Schalleitungsgeschwindigkeit darstellt,

2. der bautechnische Spannungszustand des Stoffes.

Zu 1. Nach dem Charakter der Schallfortpflanzung als Strahlung kommt nun gemäß bestimmter akustischer Brechungskoeffizienten zwischen Stoffen verschiedener Schallhärte eine teilweise Absorption und innere Reflexion und ein teilweiser Schalldurchgang zustande. Die Aufgabe der Schallisolierung ist es somit, zwischen Körper von großer Schallhärte schallweiche Körper einzufügen, innerhalb deren die in der Schallquelle erregte mechanische Arbeit möglichst total vernichtet wird. Die Stoffmittel gegen die Fortpflanzung des Schalles sind verschieden, je nachdem es sich um Körperschall oder Luftschall handelt. Sie gliedern sich in belastbare und unbelastbare Stoffe und Stoffverbindungen.

Bei Körperschall liegen die Verhältnisse solange ziemlich einfach, als es sich um geschichtete Konstruktionsmassen handelt, die keinen Biegungsschwingungen unterliegen. Müssen zwischen den Schwingungsherd und den Schwingungsleiter tragfähige Trennungsschichten eingeschoben werden, so ist Preßkork das gegebene Material. Der durch Reinigungsverfahren homogen gestaltete Kork, ein Naturprodukt, das von unzähligen Luftbläschen durchsetzt ist, die von einer zähen Substanz höchst widerstandsfähig eingehüllt sind, wird zerkleinert und unter Ausschluß erhärtender, pechhaltiger oder mineralischer Mittel zu tragfähigen Platten gebunden, wie solche von der Aktiengesellschaft Emil Zorn in Berlin als „Asphalt-Korsil“ angegeben und ihr patentiert worden sind. Derartige belastbare Trennungen werden in die Fugen und Widerlager eingelegt. Die beiderseitige Asphaltfilzschicht dieser Platten dient zugleich als Feuchtigkeitsisolierung.

Sollen Stöße von Maschinen aufgehoben und Schwingungen und fühlbare Erschütterungen ausgeglichen werden, so gilt es, die Stöße in Formänderungsarbeit umzusetzen. Diese Formänderung macht allein der Kork vermöge der in die Bläschen eingeschlossenen, elastisch polsternden Luft in fast idealer Weise mit, und zwar in einem mit dem Stoß der Maschine phasengleichen Teil und einer um 90° nacheilenden Federung und Dämpfung.

In derartigen Fällen, wo gegenüber verhältnismäßig geringer Auflast vorwiegend Stöße und Schwingungen elastisch aufgefangen werden müssen, wird eine durch eiserne Bänder zusammengefügte Platte aus unverkitteten Korkstücken — „Korfund“ Zorn — als Isoliermittel verwendet, um ganze Maschinenfundamente zu

unterbetten und zu umkleiden. Als seitliche Isolierung wirkt naturgemäß noch radikaler die vollständige Trennung durch Luftschichten.

Zu 2. Sobald Bauglieder mit Spannungsverhältnissen auftreten und deshalb Biegungsschwingungen in Frage kommen, beginnt die Aufgabe recht verwickelt zu werden. Es ist dabei zu beachten, daß Wände im schalltechnischen Sinne vorwiegend zur Absperrung des Luftschalles berufen sind und deshalb in erster Linie möglichst luftdicht konstruiert werden müssen. Konstruktionen aus mehrfachen Wandstellungen erfüllen oft den Zweck der Schallspernung bei sonstiger Güte der Konstruktion sehr unvollkommen, weil die dazwischenliegenden Lufträume durch Eigentöne klangverstärkend wirken können. Außerdem ist praktisch die Vermeidung von Schallbrücken zwischen den einzelnen Wänden eine besonders schwierige Aufgabe. Als Schallbrücke muß auch die zwischen den Wänden stehende Luft gelten, wenn sie Druckwirkungen überträgt.

In diesem Sinne hat auch Sand völlig versagt, und selbst Korkfabrikate als Einlage stellen sich mitunter als Mißgriff dar. Der Zornsche „Absorbit“ ist ein weiches Luftschallpolster aus mehreren Lagen imprägnierter Wellpappe mit bituminösem Überzug. Diese völlig luftschalldichte Trennung wird in Doppelwände eingelegt und hat sich gut bewährt.

Unter bestimmten Verhältnissen kann man auch zur Herstellung der Luftschalldichtigkeit eines porösen Bauteils sich einer Schicht von starkem Ölpapier bedienen, das dann imstande ist, einen schallweichen Stoff, der nur dämpfend und körperschallisolierend wirkt, entsprechend zu unterstützen.

Die schwierigste Aufgabe liegt bei der Herstellung schallsicherer Decken vor. Hier handelt es sich um Sperrung von Luftschall und Unterbindung von Trittschallübertragungen auf die Decke, die als membranartig gespannte Platte besonders deutlich wahrnehmbare Geräusche von ihrer Unterseite aussendet, selbst wenn die erregte Schwingung auch mit den feinsten Hilfsmitteln nicht mehr sichtbar gemacht werden kann. Hier gilt es, eine tragfähige durchgehende Isolierschicht zwischen Fußbodenbelag und Deckenkonstruktion einzufügen. Dafür wurde eine besondere Stoffverbindung, das sogenannte „Antiphon“, in die Schalltechnik eingeführt, dessen Wirkung auf einer geschickten Verwendung von Korkgries beruht.

Beachtenswert ist die Tatsache, daß Mißgriffe in der Konstruktion massiver Baulichkeiten in bezug auf Schallisolierung sich in fortschreitendem Maße störend bemerkbar zu machen pflegen.

Es wird oft nicht damit gerechnet, daß der bei Massivkonstruktionen meist stark beteiligte Beton noch lange nach den ersten Erhärtungsprozessen nachhärtet und in Monaten, ja in Jahren immer schallhärter wird. Diesen Umstand muß man bei der Bewertung eintretender Störungen richtig in Rechnung setzen.

N. Sicherungsmittel für Strahlenräume.

Für die Sicherung gegen schädigende Wirkungen der Röntgenstrahlen bedarf es der Unterscheidung zwischen denjenigen technischen Einrichtungen, die für den elektrischen Betrieb der Anlagen eingebaut sind und denjenigen Apparaturen, von denen die Strahlenwirkung erzeugt wird.

Für die ersten Teile handelt es sich um Leitungsanlagen elektrischer Hochspannung, die mit Maschinen zur Umformung und Gleichrichtung verbunden sind. Die Aufstellung der Apparate und deren Betriebssicherung erfolgt in der Hauptsache nach elektrotechnischen Gesichtspunkten der Betriebssicherheit und eines möglichst geringen Stromverlustes. Eine Strahlenquelle ist in diesen Anlagen nicht zu erblicken.

Röntgenstrahlen entstehen ausschließlich in der Röhre, verteilen und zerstreuen sich radial nach allen Richtungen und wirken sich nur so lange aus, als an der Erzeugungsstelle Strahlenbildung stattfindet.

Für den eigentlichen Strahlenteil der Anlagen ist hinsichtlich der Sicherungsvorkehrungen einmal davon auszugehen, daß in Diagnostik und Therapie sehr verschiedene Strahlenintensitäten verwendet werden, d. h. daß die Strahlen von unterschiedlicher Menge und Härte sind. Außerdem ist die therapeutische Strahlenwirkung von besonders langer Zeitdauer. Ferner aber ist beim Gebrauch der Schutzmittel gegen Strahlenwirkung nicht nur mit denjenigen Energien zu rechnen, die in einer direkten Strahlung liegen, sondern es kommen auch in indirekter Weise Strahlen zustande, die als sekundäre Erscheinungen zu berücksichtigen sind. Diese entstehen nicht im Wege des Rückwurfes und unterliegen demnach nicht den Gesetzen der Reflexion und Absorption. Vielmehr gehen von allen Stoffen, auch gasförmigen, die von Röntgenstrahlen getroffen werden, wiederum radial wirkende, sogenannte Streustrahlen aus, die zwar schwächer als die primären Strahlen sind, deren Härte aber vom Atomgewicht des getroffenen Stoffes abhängt und die demgemäß auch in erheblichem Grade indirekt weiterzuwirken vermögen. Aus dem Auftreten dieser sekundären Strahlen ergeben sich des weiteren tertiäre u. s. f.