Utrecht University Library
Partner in Science
Universiteit Utrecht

Over het geluidsvraagstuk in ziekenhuizen

https://hdl.handle.net/1874/273297

1920

OVER HET GELUIDS-VRAAGSTUK IN ZIEKENHUIZEN

J. I. A. B. VAN ROIJEN

A. qu.
192

OVER HET GELUIDSVRAAGSTUK IN ZIEKENHUIZEN

A. 4°=192, Lg 20.

Over het Geluidsvraagstuk in Ziekenhuizen.

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN

DOCTOR IN DE GENEESKUNDE,

AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT,

OP GEZAG VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS

Dr. W. VOGELSANG,

HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER LETTEREN EN WIJSBEGEERTE

VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT, TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE TE VERDEDIGEN OP DINSDAG 14 DECEMBER 1920, DES NAMIDDAGS TE 3 UUR, DOOR

JAN ISAÄC ANTONI BEREND VAN ROIJEN

ARTS TE DORDRECHT, GEBOREN TE VEENDAM

N.V. UITG.-MIJ. EN BOEKH. v/h. P. M. WINK TE ZALT-BOMMEL 1920.

Aan
mijne Vrouw en Kinderen

BIJ het voltooien van dit proefschrift gevoel ik het als een plicht een woord van bijzonderen dank te richten tot U, Hooggeleerde ZWAARDEMAKER, Hooggeachte Promotor. Waar wij ver van elkaar wonen en wij beiden gebonden waren door onze respectieve werkkringen, was persoonlijk overleg en hulp bijna geheel uitgesloten. Gij hebt, met opoffering van Uwen kostbaren tijd, U de moeite getroost te trachten, door briefwisseling deze leemte zooveel mogelijk aan te vullen. Ik ben U daarvoor ten zeerste erkentelijk.

INHOUD.

		Bladz.
Inleiding		11
Hoofdstuk	I. Literatuuroverzicht	16
»	II. Geruischlooze kamers.	48
»	III. Acoustiek en gehoorigheid in de zieken-huizen te Dordrecht.	61
»	IV. Eerste oriënteeringsproeven over demping en voortgeleiding van contact-geluid.	75
»	V. Tweede reeks van proeven over demping en voortgeleiding van contact-geluid	77
»	VI. Proevenreeks over het isolatievermogen van bouwmaterialen in diverse combinaties.	81
»	VII. Proefneming over het maken van eene ventilatie-inrichting zonder overbrenging van geluid.	96
»	VIII. Proeven over acoustiek in gebouwen in Gothischen stijl.	101
»	IX. Proeven over geleidingsvermogen van zware muren en wanden in reeds bestaande gebouwen.	109
»	X. Besluit.	114

INLEIDING.

Groote hervormingen hebben in de laatste tientallen van jaren plaats gegrepen op het gebied van ziekenhuis-bouw. Er is nadruk gelegd op ruime toetreding van lucht, licht en zonneschijn. Men is er op uit geweest, de reinheid van het geheele gebouw en van de in te ademen lucht zoo hoog mogelijk op te voeren. Het van elkaar scheiden wat niet bij elkaar behoort, is zoo streng mogelijk doorgevoerd en de technische hulpmiddelen voor verpleging en behandeling zijn tot op zulk eene hoogte gebracht als men vroegere jaren niet vermoed heeft, dat mogelijk zoude zijn.

De hervormingen zijn inderdaad meestal tevens groote verbeteringen geweest.

Edoch, als verrassing heeft men daarna ontdekt, dat men bij het aanbrengen van die hervormingen en verbeteringen ongemerkt een ander gebrek heeft binnengeloodst, zeer tot ongerief van onze patienten, de meest belanghebbenden. Het rumoer en de gehoorigheid in de moderne ziekenhuizen zijn tot zulk een hoogte geklommen, dat het verblijf aldaar voor vele zieken zeer bezwaarlijk wordt. Aan dit euvel paal en perk te stellen, wordt dan ook een steeds dringender eisch.

Het is de bedoeling van dit geschrift, te trachten een weg te vinden om tot de oplossing van dit vraagstuk te komen, zonder daarbij in conflict te geraken met andere hygiënische en medische eischen.

Om tot de oplossing van eene moeilijkheid te komen, is het in de eerste plaats noodig na te gaan, welke de oorzaken van het kwaad zijn, om daarna te onderzoeken: 1°. welke oorzaken

te vermijden zijn en 2°. waar zulks niet mogelijk blijkt, daartegen een geneesmiddel aan te wenden.

Gaat men na waardoor het rumoer in onze ziekenhuizen ontstaat, dan komt men tot de conclusie, dat daarvoor vele oorzaken zijn, waarvan ik de voornaamste wil releveeren.

Als *eerste* hiervan zou ik willen noemen: *Het enorme toenemen van rumoer en gedruisch in onze moderne samenleving.*

Steeds grooter wordt het aantal spoorlijnen en steeds drukker wordt daarop het verkeer. Steeds grooter wordt het aantal rommelende treinen en gillende locomotieven. Steeds grooter wordt het aantal tuffende en toeterende automobielen, en steeds grooter wordt het aantal brommende en bellende electrische trams. Steeds drukker ook wordt, door het snelle groeien der steden, het verkeer van personen, wagens en karren in de straten, die, wat haar breedte betreft, daarop niet zijn aangelegd.

Deze oorzaak ligt weliswaar buiten het gebied van den bouwtrant, die bij onze nieuwe ziekenhuizen is toegepast, maar dwingt ons toch er onze aandacht aan te schenken en te overwegen, of hiertegen, in letterlijken en in figuurlijken zin, niet een dam is op te werpen.

Het merkwaardige is nu juist, dat ongeveer gelijktijdig met dit sterke toenemen van deze eerste oorzaak de tweede oorzaak is ontstaan, waardoor de gevolgen van de eerste nog grooter zijn geworden.

Deze *tweede* oorzaak is n.l.: *Het bouwen volgens het paviljoensysteem.*

Waren de oude ziekenhuizen veelal als een groote massale klomp met relatief weinig oppervlakte, door het bouwen volgens het paviljoensysteem of volgens het corridorpaviljoensysteem werd dit radicaal veranderd. Door deze nieuwe bouworde werden alle deelen zooveel mogelijk vrij aan de buitenlucht blootgesteld,

zoodat lucht en zonneschijn overal gemakkelijk konden binnentreden. — Doch met deze twee vrienden kwam ook de vijand opdagen. De geluidsgolven van de rumoerige stad kregen vrij baan tusschen de diverse gebouwen. Nergens was meer een geluidsschaduw.

De *derde* oorzaak is *het groote aantal ramen in de moderne ziekenzalen*, welke, voor ruime ventilatie, zooveel mogelijk geopend zijn. De geluidsgolven kunnen dus onbelemmerd binnentreden en zich uitstorten over de hoofden der rustzoekende patiënten.

De *vierde* oorzaak is: *de constructie in gewapend beton van de zolderingen*. Deze worden aan de bovenzijde, waar zij als vloer dienst doen, met terrasso bedekt. Iedere voetstap op deze vloerzolderingen klinkt luide door naar beneden; het verschuiven van ieder meubelstuk geeft beneden rumoer. Dit doorklinken van de vloeren is zulk een hinderlijk bezwaar, waarvoor onze Hollandsche bouwmeesters nog zoo slecht raad weten, dat het door vele ziekenhuisartsen als een onoplosbare moeilijkheid wordt beschouwd.

De *vijfde* oorzaak is: *het glad afwerken van alle wanden*. Ieder geluid, dat in een ziekenhuisruimte doordringt, weerkaatst tegen de harde, gladde wanden, wordt er door versterkt en galmt na. Het sterkst komt dit uit in de operatiekamers, waar de eisch van gladheid het strengst is doorgevoerd en ook in de gangen, die veelal den grootsten inhoud hebben van alle ziekenhuisruimten en die niet bezet zijn met meubelen, die het geluid zouden kunnen dempen. De gangen werken op een erin doordringend geluid op dezelfde wijze als de vioolkast op het geluid van de snaar. De gangen vormen een van de grootste bronnen van het kwaad.

De *zesde* oorzaak is: *het aanbrengen van ronde hoeken.* Deze werken bij de terugkaatsing van het geluid op soortgelijke wijze als een holle spiegel bij opvallend licht. Zij geven bij terugkaatsing geluidsbrandpunten en daardoor een onaangename acoustiek.

De *zevende* oorzaak is: *het groote aantal buizen en geleidingen.* Gerammel aan den centralen verwarmingsketel wordt door het geheele buizennet, tot in de uiterste hoeken van het gebouw, gehoord. Een snel dichtgedraaide waterleidingkraan kan in de leiding somtijds een schok geven, die door het geheele huis klinkt; het lekken van een kraan en het volloopen van het reservoir van de W. C. geven een geruisch, dat overal, waar de leiding ligt, wordt overgebracht.

De *achtste* oorzaak is: *de electrische lift.* Indien men werkt met draaistroom, zooals steeds meer het geval wordt, ontstaat er in den motor van de lift een toon, die door de betonvloeren en de muren alsook door de lucht in de gangen gretig wordt overgenomen en voortgeleid.

De *negende* oorzaak is: *het tot één massief geheel verwerken van muren, vloeren en zolderingen.* Iedere stoot, slag of ander contact tegen een dezer onderdeelen wordt door het harde geheel, door die éénheid, voortgeleid.

De *tiende* oorzaak kan soms gelegen zijn in: *het afwerken (zonder meer) van vloeren en zoldering door middel van Siegward-balken.* In plaats van geluid-dempend (zooals sommige bouw-kundigen meenen) werken deze juist geluid-versterkend. Het geluid van iederen neerkomenden hiel wordt in de er onder liggende luchtholte door resonance versterkt, te erger, daar alle aan elkaar grenzende balken denzelfden inhoud hebben, dus gelijk gestemd zijn.

Wil men den acustischen toestand in onze ziekenhuizen verbeteren, dan zal men deze tien oorzaken, die mij als de voornaamste voorkomen, rekening moeten houden. Men zal moeten trachten, waar mogelijk, die oorzaken weg te nemen en, waar niet mogelijk, de kwade gevolgen er van te ondervangen of te niet te doen.

Bij het bestudeeren en uitwerken van dit vraagstuk is het practisch (al is het, theoretisch beschouwd, wellicht niet streng wetenschappelijk), de bronnen van geluid in twee groote rubrieken te verdeelen, n.l. die van het luchtgeluid en die van het contact-geluid.

Onder de eerste rubriek zou ik willen rangschikken: rumoer van buitenaf, spreken, zingen, lachen, telephoon- en huisbel, etc. Onder de tweede rubriek: het geluid van loopen, stooten tegen muur of deur, gerammel aan de centrale verwarming, schuifelen met stoelen en tafels, dichtslaan van deuren etc.

Het verdeelen in deze twee groote rubrieken is noodig, omdat, zooals later in dit geschrift zal blijken, voor iedere rubriek geheel verschillende bestrijdingsmiddelen, ja, soms zelfs schijnbaar tegenstrijdige middelen noodig zijn.

Aangezien voor speciale onderzoekingen en voor speciale behandeling een nagenoeg geruischlooze kamer van groote waarde kan zijn, zal ten slotte in dit geschrift worden nagegaan, of het mogelijk zoude zijn, met gewone bouwmaterialen en zonder opoffering van andere eischen der hygiëne, zulk een vertrek te construeeren.

HOOFDSTUK I.

Literatuuroverzicht.

Wanneer men bijeengaart, wat door verschillende onderzoekers is geschreven over de eigenschappen van het geluid, voor zooverre die voor ons doel van belang zijn, is het practisch, die onderzoekers in drie rubrieken te verdeelen. Al laat die indeeling zich niet altijd streng doorvoeren, voor een overzicht is het toch gemakkelijker.

In de eerste rubriek zou ik willen plaatsen hen, die onderzoekingen hebben verricht over acoustiek in zalen; in de tweede rubriek hen, die onderzoekingen hebben verricht over het geleidingsvermogen van verschillende stoffen voor geluid, in de derde rubriek de groote massa der practici, wier werk zich niet altijd in een vakje laat onderbrengen.

Van de eerste rubriek wil ik in de eerste plaats noemen: Sabine, Marage en Exner, die een zelfde onderwerp ter hand namen; de laatste twee in navolging van den eersten.

Met de bedoeling, de acoustiek in een gehoorzaal te verbeteren, nam Sabine [1]) proeven over interferentie, over nagalm en over demping van geluid. Vooraf geeft hij eerst een paar bepalingen over goede acoustiek in gehoorzalen. De eischen zijn:

1°. dat het *geluid voldoende sterk* zij;

2°. dat de gelijktijdig werkzame componenten van een samengesteld geluid hun *eigen, relatieve intensiteit behouden;*

3°. dat de *opeenvolgende* geluiden, in snelle bewegings-articulatie (onverschillig van muziek of spraak) *duidelijk* en *precies* zijn, *vrij* van *bijgeruischen.*

---

[1]) Contributions from the Jefferson Physical Laboratory, Harvard College. Architectural Acoustics. Part 1. Reverberation by W. C. Sabine, 1906.

Voor voldoende sterkte van het geluid op alle plaatsen van een auditorium geeft het Grieksche theater de meest logische en beste oplossing, uit een bouwkundig oogpunt bezien.

Zijne proeven over *interferentie* verrichtte Sabine in een vertrek van het Jefferson Physical Laboratorium, aldaar bekend als „de kamer voor constante temperatuur." Deze kamer is *onderaardsch* en op een *afzonderlijk fundament gebouwd*, heeft *dubbele, zeer dikke gemetselde muren* en een *gemetselde* en licht gewelfde *zoldering*. De muren zijn niet door vensters doorbroken, zijn van binnen glad afgewerkt en de deur is er mee in een plat vlak. Sabine gebruikte dit vertrek, omdat het daar „*extremely quiet*" was. Hij toonde in dit stille vertrek, door middel van een orgelpijp, nogmaals het welbekende feit aan, dat men bij interferentie in een vertrek plaatsen heeft van versterking en van verzwakking (of zelfs opheffing) van geluid. Verder toonde hij aan, dat op de eene plaats de grondtoon versterkt is en even verder verzwakt, doch op diezelfde plaats juist het octaaf versterkt. Door het hoofd te buigen en op te heffen kon hij afwisselend grondtoon en octaaf hooren.

In een onregelmatig gebouwd vertrek, met onregelmatige wanden, alsook bij gecompliceerde geluiden, krijgt men natuurlijk niet deze regelmatige interferentie, doch een gecompliceerde.

Om den *nagalm* in de te onderzoeken gehoorzaal te bepalen, werkte hij met een automatisch aangeblazen orgelpijp, voorzien van chronograaf en registrator.

Het eerste resulaat van deze onderzoeking was de vondst, dat de *tijdsduur* van den *nagalm vrijwel dezelfde* was op *alle plaatsen in een zelfde zaal.*

Verder stelde hij voor dezen tijdsduur de navolgende formule vast:

$$t = \frac{k}{a + x},$$

waarin t de tijdsduur is, k een factor, recht evenredig met den inhoud van de zaal, a de absorptie van het geluid door muren, wanden en meubilair, terwijl x de absorptie door aangebrachte voorwerpen, zooals: kussens, kleeden, auditorium etc. voorstelt.

Hoe *grooter* dus de *inhoud* van de zaal is, hoe *langer* de *nagalm* zal duren, hoe *grooter* het *absorptievermogen* van wanden en meubilair is, hoe *korter de nagalm* zal duren.

Om het absorptievermogen van bouwmaterialen, meubileering etc. te bepalen, moest Sabine een éénheid hebben. Hij ging daartoe zoo ongeveer van de volgende redeneering uit: Als in een vertrek een raam open staat, zal het geluid, dat in dat vertrek ontstaat, op die plaats niet kunnen terugkaatsen, doch de geluidsgolf zal geheel vrij naar buiten ontwijken. Men zou dus kunnen zeggen, dat een open raam het geluid *totaal absorbeert*. Een open raam van 1 M.^{2} nam hij daarom als éénheid aan.

Als resultaat van zijne proeven gaf hij het navolgende lijstje over absortievermogen:

1 M.^{2} open venster	1,—
wand van dennenhout	0,061
gipsplaat op houten lijst	0,034
gipsplaat op metaaldraad	0,033
glas, enkele dikte	0,027
gemetselde baksteenen muur	0,025
gips (op dakpan)	0,025
auditorium, per M.^{2}	0,96
auditorium, per persoon	0,44
enkele vrouw	0,54
enkele man	0,48
olieverf schilderij, met lijst	0,28
kamerplanten	0,11
karpet	0,20
extra zwaar oostersch tapijt	0,29
cretonne	0,15

gordijnen	0,23
behangselpapier van paardenhaar, 2,5 c.M. dik en 8 c.M. van den muur	0,78
kurkplaat 2,5 c.M. (op den grond)	0,78
linoleum (op den grond)	0,12
bank, geheel van esschenhout	0,039
bank, per plaats	0,0077
geheele bank met paardenhaar en leer	2,10
bank, opgevuld met paardenhaar, per plaats	0,28
paardenharen kussen, per plaats	0,21

Ten slotte heeft Sabine nog aangetoond, dat de duur van den nagalm wel wordt verlengd, door de kracht van het geluid, doch dat bij het steeds meer versterken van het geluid de *toeneming* van den tijdsduur *afneemt*. Hij deed deze proef, door achter elkaar te werken eerst met één orgelpijp, dan met twee etc.

Hij geeft het volgende lijstje:

t_1 = 8,69 seconden.
t_2 = 9,14 seconden (toeneming 0,45 seconde).
t_3 = 9,36 seconden (toeneming 0,22 seconde).
t_4 = 9,55 seconden (toeneming 0,19 seconde).

Geïnspireerd door de proeven van Sabine heeft Marage [1]) deze met eenige wijziging herhaald. Hij zegt in een inleiding eerst: „In een zaal waar een constante en regelmatige toon wordt voortgebracht, kan een toehoorder drie soorten van trillingen hooren:

1o. de primaire golf, direct van de bron;

2o. diffuse golven, in een oneindig aantal, die door de wanden worden teruggekaatst; zij veroorzaken den nagalm (resonance-toon);

[1]) M. Marage, Qualités acoustiques de certaines salles pour la voix parlée. — Journal de physique IV serie. Tome VI, Année 1907, page 101.

3o. golven die regelmatig door de wanden zijn teruggekaatst; zij zijn de oorzaak van de preciese echo."

Marage onderzocht diverse gehoorzalen op soortgelijke wijze als Sabine. Hij gebruikte daarvoor vocaal-sirenen en vond, dat de nagalm voor verschillende klinkers ook eenigszins verschillend is. Het langst klinken na: de *o*, de *ou* (fransch) en de *a*; het kortst de *è* en de *i*. De klinkers, die het langst nagalmen, worden echter door dempende stoffen het meest geabsorbeerd.

Zijne conclusies zijn:

„1o. Zooals de heer Sabine gezegd heeft, kan de resonance-toon dienen, om de acustische eigenschappen van een zaal te karakteriseeren;

2o. De duur van dit geluid varieert met het timbre (de klankkleur), de hoogte en de sterkte van het primitieve geluid, hetgeen wellicht zou kunnen verklaren, waarom een zaal goed genoeg kan zijn voor een spreker en slecht voor een orkest;

3o. Met de formule $t = \frac{k}{a + x}$ kan men bepalen den duur van het resonance-geluid, afhankelijk van het aantal toehoorders;

4o. Als de acoustiek van een zaal goed zal zijn, moet de duur van de resenance zeer constant wezen voor alle plaatsen en alle klinkers. Hij moet schommelen tusschen $^1/_2$ en 1 seconde;

5o. Als deze tijdsduur grooter is dan één seconde, kan men zich in die zaal niet anders verstaanbaar maken dan door zeer langzaam te spreken, zeer gearticuleerd en niet te hard;

6o. Deze methode maakt, dat men van te voren en zeker kan zeggen, aan welke voorwaarden een spreker moet voldoen, om zich voor alle toehoorders verstaanbaar te maken."

De derde onderzoeker, dien ik tot deze rubriek reken, is Sigmond Exner [1]).

[1]) Ueber die Akustik in Hörsalen und ein Instrument sie zu bestimmen. Vortrag gehalten von Sigmond Exner, Professor der Physiologie a. d. Universität in Wien. Zeitschr. d. Oesterr. Ingen.- und Architecten-Vereines, 1905.

Hij geeft vooraf de volgende stelling:

„De acoustiek is ten eerste des te *beter*, in hoe grootere *intensiteit* de te voorschijn geroepen geluidsgolven *direct* van haar bron naar het oor van den hoorder geraken en ten tweede, des te *slechter*, hoe *langer de tijd duurt* dat en hoe grooter de intensiteit is, waarmee de *gereflecteerde* golven, die uit dezelfde geluidsbron stammen, het oor treffen."

Hij illustreert deze stelling met een paar aardige voorbeelden, waarvoor ik naar het origineel moet verwijzen.

Voor de goede acoustiek in een zaal acht hij het noodig, dat de zitplaatsen oploopen en dat daarboven een galerij wordt aangebracht. Verder beveelt hij ten zeerste aan een zoo laag mogelijk plafond, zoodat de daardoor teruggekaatste golven bijna even snel het oor van den toehoorder bereiken als de directe golven.

Verder maakt hij er op attent (en hierop wil ik speciaal de aandacht vestigen), dat voor de acoustiek in gehoorzalen ronde hoeken (Hohlkehlen) zeer slecht zijn, aangezien daar de geluidsgolven *slechts éénmaal* kunnen terugkaatsen.

Heeft men een gewelfd plafond of gewelfde nissen, dan krijgt men brandpunten van gereflecteerde geluidsgolven. Zulke ronde hoeken werken op het geluid als een holle spiegel bij opvallend licht. In zulke zalen met nissen heeft men vlak ervoor een brandpunt met een alleronbehaaglijkste en krachtige echo. — Rechte hoeken zijn veel beter; daarbij heeft men *twee* keer een terugkaatsing; bij een rechten drievlakhoek heeft men *drie* keer een terugkaatsing; bij scherpe hoeken heeft men *minstens drie* terugkaatsingen en *sommige geluidsgolven keeren daaruit zelfs in het geheel* niet *terug!*

Exner heeft een toestelletje bedacht, om in een zaal te bepalen:

1o. de relatieve sterkte van het geluid;

2o. den duur van den nagalm en

3o. de relatieve sterkte van den nagalm na een willekeurigen, vooraf vastgestelden tijd.

Hij plaatste daartoe in de te onderzoeken zaal een pistool, hetwelk hij vanuit een verwijderd vertrek, alwaar hij zat te observeeren, electrisch kon doen ontbranden. Hij nam per telephoon het geluid waar. Door inschakeling van een weerstand, dien hij willekeurig kon vergrooten, zoover, tot alle geluid weg was, kon hij relatief de sterkte van het geluid bepalen. — Door een draaienden veerslinger kon hij afwisselend den stroom onderbreken en inschakelen en zoodoende den nagalm beluisteren b.v. na $^1/_4$ of $^1/_2$ of 1 seconde. Op deze wijze onderzocht hij verschillende zalen.

De vierde onderzoeker, die tot deze rubriek behoort, is de architect Sturmhöfel [1]).

Om proeven te kunnen nemen over het terugkaatsingsvermogen van verschillende wanden, heeft hij een vernuftig toestelletje bedacht, waarmee hij een valstaafje met willekeurige kracht op een onderlaag kon laten vallen, en de kracht van het geluid dus naar willekeur kon regelen.

In een inleidende beschouwing doet hij uitkomen, dat in het algemeen geluid verzwakt en uitsterft:

1o. door de wrijving in de lucht;

2o. door interferentie (vooral onregelmatige) en

3o. door het verlies bij de terugkaatsing.

Om de kracht van een teruggekaatste geluidsgolf te bepalen, ging hij eerst bepalen, hoever op het vrije veld het valstaafje nog juist hoorbaar was. Daarna liet hij het met dezelfde kracht vallen tegenover een muur, dien hij wilde onderzoeken. Hij ging dan steeds verder achteruit, totdat ten slotte de echo nog juist op de grens van het hoorbare lag. Nemen wij nu als

[1]) Handbuch der Architectur von Durm, Ende, Schmitt etc. Teil III Band 6 1904. Kapittel 2. Anlagen zur Erzielung einer guten Akustik von A. Sturmhöfel.

voorbeeld, dat het staafje in het vrije veld hoorbaar was tot op 115 M. en bij de terugkaatsing tot op 47,5 M., dan had daarbij het geluid een weg afgelegd van $2 \times 47{,}5$ M. $= 95$ M. De kracht van de teruggekaatste geluidsgolf is dus dan $\frac{95}{115} = 83\ \%$ van de directe geluidsgolf.

Deze berekening van Sturmhöfel is, theoretisch beschouwd, niet geheel juist, aangezien de kracht van het geluid niet afneemt eenvoudig omgekeerd evenredig met de lengte van den afgelegden weg, doch omgekeerd evenredig met het quadraat van dien afgelegden weg, indien het geluid zich in de vrije ruimte bolvormig kan voortplanten. Op den beganen grond is ook dit niet geheel juist, tengevolge van de terugkaatsing van den bodem.

Practisch geeft het resultaat van zijne onderzoekingen toch wel eenig houvast, omdat men het terugkaatsingsvermogen van de onderzochte wanden wel relatief, en ruwweg ook wel eenigszins quantitatief, met elkaar kan vergelijken.

Hij geeft de navolgende tabel van terugkaatsingskracht:

gladde waterspiegel	95 %
gepolijste steenen wand	95 %
gepolijste houten wand	95 %
geverfde houten wand	90 %
gladgestucadoorde wand	80 % tot 85 %
gevoegde muur	75 %
relief wand	64 %
gladgestreken „Rauputz"	50 %
vlakke grindvlakte	30 %
„Rauputz" (Stipputz)	35 % tot 40 %
„ausgestreifte Theaterdecoration"	35 %
geplooide pluche-draperie	20 % tot 30 %

Ten slotte maakt Sturmhöfel nog attent op het feit, dat zalen met plattegronden, die het model hebben van een regelmatigen

veelhoek (dus alle regelmatige figuren die in een cirkel passen), voor acoustiek niet deugen, aangezien men daarbij in het midden altijd een brandpunt vindt van teruggekaatste geluidsgolven.

Als laatsten onderzoeker in deze rubriek wil ik nog noemen R. Heger [1]).

Ten einde in een koepelvormige begraafplaats-kapel de slechte acoustiek te verbeteren, deed hij een proef om de echo weg te nemen. Hij stelde in het vrije veld een raam op en bespande dat met verschillende stoffen. Als hij gevoerd bombazijn nam en daarover gevoerd en geplooid fluweel, was de echo weg, Toen de kapel met deze combinatie van stoffen van binnen bekleed was, was de nagalm verdwenen.

In de tweede rubriek vermeld ik in de eerste plaats het werk van Biltris [2]). Om te onderzoeken, hoever het dempingsvermogen voor geluid van enkele stoffen was, legde hij die in een dikte van 35 m.M. op een tafel en bedekte ze met een tegel van 4 c.M. dikte. Een microphoon, in verbinding met een telephoonhoorn en een cel van Leclanché, werd op den tegel geplaatst. Nu werd de tafel, waarop dit alles lag, met een metalen punt bekrast en werd vergeleken de kracht, die telkens noodig was om het geluid, dat hierdoor ontstond, door de telephoon hoorbaar te maken. Biltris kon op deze wijze aantoonen, dat trichopièse (d. i. gevlochten paardenhaar) in sterk sâamgepersten toestand minder geluiddoovend werkt, dan wanneer het minder is samengeperst. Ook ontdekte hij, dat cement meer geluid tegenhoudt dan porphyroid. Veel meer resultaat bereikte hij echter niet. Dit is zeer jammer, want juist de demping van contact-geluid eischt nog veel opheldering.

---

[1]) Erzeugung stummer Wände von R. Heger in Dresden. — Deutsche Bauzeitung, 1899, pag. 354.

[2]) A. N. H. Biltris, Handelingen van het 5de Vlaamsche Natuur- en Geneeskundig Congres, 1901.

Hij ging daarna anders te werk. Hij construeerde een kubiebe houten kist, die buitenwerks 0,37 M. lang, breed en hoog was. De wand was 1 c.M. dik. Deze kist bekleedde hij van binnen met de stof die hij onderzoeken wilde. Binnen in de kist plaatste hij, als geluidsbron, een electrische bel, die met een element van Leclanché en met een weerstand verbonden was. Zoodoende kon hij de bel met verschillende kracht laten klinken. Als de bel geluid gaf, zóó als hij het wenschte, luisterde hij op welken afstand het geluid nog te hooren was. Hij onderzocht op deze wijze: Trichopièse végétale (d. i. samengeperst zeegras), cork-carpet,) d. i. een kurklaag, met pergamoid overtrokken) en oud vilt. De trichopièse werd bovendien aan de binnenzijde nog met gips bekleed. Hij stelde het onderstaande schema op:

Stof.	Dikte.	Binnen-bekleeding.	Afstand waarop het geluid niet meer hoorbaar is.
Trichopièse végétale . . .	40 m.M.	Gips 15 m.M.	13 M.
„ minder sterk geperst . . .	35 „	„ 15 „	25 M.
„ sterk geperst .	35 „	„ 15 ,	32 M.
Oud vilt, 5 lagen. . . .	40 „	Geene.	35 M.
Cork-carpet	10 „	Pergamoid 1 m.M.	46 M.

Deze proeven van Biltris zijn door de Groot [1]) overgedaan in het Physiologisch Laboratorium te Utrecht. Hij onderzocht trichopièse, turfmos en kurksteen. Eerst deed hij het juist als Biltris, doch daar zijn bel te hard klonk, sloot hij die daarna eerst in een klein marmeren kistje op. Hij mat dan tot op welken afstand het geluid nog juist hoorbaar was. Daarna deed hij anders. Hij schakelde een weerstand in en ging na hoeveel Ohms hij in te schakelen had, om het geluid nog juist tot op 1 d.M.

[1]) „Het doorlatingsvermogen van verschillende stoffen voor geluid", door H. de Groot, Nederl. Tijdschr. voor Geneeskunde, 1910, eerste helft.

te hooren. Ten derde maakte hij kistjes van de te onderzoeken stof en plaatste daarin een eenvoudigen valphonometer, waardoor hij een stalen kogeltje op een stalen plaat kon laten vallen. Deze kistjes van de te onderzoeken stof plaatste hij nog in een kist, waarvan bodem en deksel uit marmer en de zijkanten uit kurksteen bestonden.

Op alle drie manieren vond hij, dat trichopièse, bij zijn manier van werken, het geluid het meest tegenhield, daarna turfmos en ten slotte kurksteen.

Over de uitkomsten van deze proefnemingen zal ik aanstonds, aan het eind van deze rubriek, een en ander opmerken.

Een paar andere onderzoekers, die in deze rubriek thuis behooren, zijn Sieveking en Behm [1]). Zij maakten een houten kist van 1 M.^{3} grootte. De wanden waren 2 c.M. dik. In deze kist werd een tweede kist geplaatst uit kurksteen, die binnenwerks in alle drie afmetingen 52 c.M. groot was. De wanden waren 12 c.M. dik. De beide kisten waren van elkaar gescheiden door een ruimte van 10 c.M. dikte, die met zand was opgevuld. De binnenste kist werd ten overvloede van binnen nog met flanel bekleed. In den voorwand was een opening van 25 bij 25 c.M., waaromheen een laag gummi van 10 c.M. dikte was aangebracht.

De te onderzoeken stoffen werden tot platen van 35 bij 35 c.M. gesneden, voor de opening gebracht en met schroeven tegen het gummi gedrukt. — In de binnenste kist werd als geluidsbron een electro-magnetisch gedreven stemvork ($C_1 = 264$) geplaatst, voorzien van resonance-kast. Voor dit geluid waren de wanden van de kist geheel dicht. Waargenomen geluid kon dus alleen door de proefplaat komen. Als geluidopvanger gebruikten zij een stemvork van dezelfde toonhoogte en met overeenkomstige

[1]) Akustische Untersuchungen van H. Sieveking und A. Behm. Annalen der Physik, Band 15, 1904.

resonancekast als van de binnen geplaatste stemvork. Deze opvanger stond 70 c.M. van het venster van de kist. Als nu de binnenste stemvork in werking werd gesteld en het geluid had gelegenheid naar buiten te treden, dan ging, door resonance, de buitenste meetrillen. Deze trillingen konden microscopisch afgelezen worden.

Door hunne onderzoekingen vonden Sieveking en Behm o. a. dat een viltlaag van 3 c.M. dikte ongeveer 81 % doorlaat van het geluid, dat bij open venster ontwijkt. Door de viltlaag zeer stevig te persen, werd de doorlaatbaarheid tot 41 % verminderd. Ook door het vilt met water te imbibeeren, daalde de doorlaatbaarheid belangrijk.

Uit deze proeven blijkt wel, dat de groote doorgankelijkheid van poreuze stoffen voor geluid berust op den directen doorgang van luchttrillingen door de poriën. Bij het imbibeeren werden de poriën grootendeels verstopt en de lucht er uit verdreven, waardoor de luchttrillingen zich niet vrij kunnen voortplanten.

De uitkomst van hun onderzoek van andere stoffen (voor een groot deel combinaties) geven zij in onderstaande tabel.

Namen.	Dikte.	Uitslag stemvork.
Open kist		200
Gewone kurksteen.	1	185
» »	2,5	154
» »	3,5	72
» » met pek bekleed	6.	64
» » met gipsbekleeding	6,5	62
» » met papierbekleeding	3	12
» » met cementbekleeding	3	5
» » met gipsplaat.	3	5
Geimpregneerde kurksteen	2	19
» » met 4 m M. linoleum	2	14
» » met papier	2	6
Dubbele plaat van kurksteen (leeg)	1,5	148
» » » » met zand (los).	1,5	56
» » » » met zand (vast)	1,5	36
» » » » met kurkafval (los)	1,5	30
» » » » met kurkafval (vast).	1,5	20

Sieveking en Behm formuleeren het rerultaat van hunne onderzoekingen in de navolgende woorden:

„Allgemein ergibt sich, dass die Durchlässigkeit in der Regel im umgekehrten Verhältnis zu der Dichte des Körpers steht. Dies scheint mit manchen practischen Erfahrungen in Widerspruch zu stehen, erklärt sich daber dadurch, dass es sich in den meisten Fällen nicht um die directen von der Schallquelle ausgehenden Luftwellen handelt, sondern immer um die Schwingungen fester Körper, die selbständig wieder Schallwellen in der benachbarten Luft erzeugen."

Wat Sieveking en Behm door hunne proeven vonden, is niets nieuws. Reeds veel eerder heeft Tyndall [1]) ditzelfde aangetoond. Hij liet uit een goed geïsoleerde buis geluidsgolven stroomen. Deze geluidsgolven werden op eenigen afstand opgevangen in een trechter, die vóór een gevoelige vlam geplaatst was. De vlam werd dan door de geluidstrillingen in beweging gebracht. Hij kon nu de vlam tot rust brengen, door zijn hand tusschen buis en trechter te schuiven. Eveneens, door er een plankje tusschen te houden of een glasplaat. Daarentegen werd het geluid niet tegengehouden door een katoenen zakdoek en heel weinig door 6 zakdoeken op elkaar. Werd nu de zakdoek echter in water gedompeld, dan werd veel geluid tegengehouden. Hetzelfde vond hij met zijde, met linnen, met een dikke laag flanel, baai, vilt en met 200 lagen katoenen-netweefsel.

Door de zijde in olie te dompelen, vond hij weer hetzelfde, als wanneer hij zijn zakdoek in water gedompeld had. Tyndall zegt, dat een ieder die proef zelf gemakkelijk kan herhalen door naar een horloge te luisteren en dan die stoffen tusschen oor en horloge te hangen.

---

[1]) Der Schall, von John Tyndall, Bearbeitet von Helmholtz und Wiedemann. Braunschweig 1897.

Dat deze proeven van Tyndall genoegzaam bekend zijn, blijkt o.a. daaruit, dat men ze vermeld vindt in handboeken over natuurkunde, zooals b.v. in het „Leerboek der Natuurkunde" van Dr. J. Bosscha. [1]). Het is wel vermeldenswaard, wat Bosscha er nog aan toe voegt. Hij schrijft: „Bij voortplanting van het geluid door de fijne kanalen van een poreuzen wand moet de beweging langs de wanden dier talrijke tusschenruimten door wrijving eenigermate worden belemmerd. Bovendien zal de overgang der ontwikkelde warmte van de lucht naar de vaste deelen van den wand en omgekeerd hier in ruime mate plaats vinden tengevolge van de groote uitgebreidheid van het oppervlak. Hieruit verklaart Rayleigh de dempende werking, die zulke poreuze wanden en weefsels op de geluidsgolven kunnen uitoefenen en „die vooral bij hooge tonen is te bemerken". —

Elders zegt Bosscha nog: „De wand zelf kan de geluidstrillingen dikwijls goed geleiden, wanneer de poriën door een vloeistof worden gesloten. Een laag katoen, waarop men een met kleinen houten voet voorziene stemvork plaatst, zal de trillingen der vork in den regel slechts in geringe mate op de tafel overbrengen, waarop het weefsel is gelegd. Maakt men dit echter vochtig, dan wordt de overgang der trillingen op de tafel sterker, evenals het geluid."

Bosscha vermeldt verder nog eenige welbekende proeven, die aantoonen, dat vaste stoffen geluid veelal beter voortplanten dan gassen. Het tikken van een horloge, dat op het eene einde van een lange lat gelegd wordt, is aan het andere einde zeer goed waar te nemen, terwijl er geen denken aan is, dat men het op dien afstand door de lucht zou kunnen hooren. Verder de proef met de vork, die aan het midden van een touwtje is bevestigd, waarvan men de uiteinden tegen de ooren houdt. Schommelt men nu de vork tegen een tafel, dan hoort men

---

[1]) Bewerkt door Dr. van Schaik.

een krachtig geluid, doch houdt men de touwtjes maar een heel klein eindje van de ooren verwijderd, dan hoort men niets meer.

Al deze drie proeven zijn zeer leerzaam wat betreft het voortgeleidingsvermogen voor wat ik in mijn inleiding noemde „contact-geluid."

Een onderzoeker uit den nieuweren tijd, dien ik nog vermelden wil, is Franz Weisbach [1]), die eene dissertatie schreef over het doorlatingsvermogen voor geluid, terugkaatsing en absorptie. Hij maakt, voor het verrichten van zijne proeven, gebruik van een venster in een torenkamertje, ter grootte van 35 × 35 c.M. Hiervoor bracht hij de stoffen, die hij op geluid-doorgankelijkheid wilde onderzoeken. Hij spande ze daarvoor op een houten raam, dat vastgeschroefd kon worden aan een tweede houten raam, hetwelk aan de buitenzijde van het venster bevestigd was. Als geluidsbron plaatste hij op een plat dak, buiten het venster. een electro-magnetisch gedreven stemvork, voorzien van een resonancekast, waarvan de opening naar het venster gekeerd was. Het geluid, dat door een te onderzoeken stof werd doorgelaten, werd in het torenkamertje opgevangen door een telephoon met resonator, die op 70 c.M. afstand van die stof was opgesteld. Een snaargalvanometer, model Edelmann, diende om de metingen te verrichten van de inductiestroomen, die opgewekt werden door de uitslagen van de telephoon.

Weisbach onderzocht op deze wijze verschillende stoffen. Hij kwam tot eene eigenaardige ontdekking n.l. deze, dat poreuze stoffen, zooals linnen, baai, etc. onder alle omstandigheden en bij alle proeven steeds eenzelfde hoeveelheid geluid doorlaten, doch dat vaste stoffen, zooals blik, hout, papier, etc. in dit opzicht variaties vertoonden, afhankelijk van de meerdere of

---

[1]) Versuche über Schalldurchlässigkeit, Schallreflexion und Schallabsorption von Franz Weisbach. Leipzig 1910.

mindere vastheid, waarmee het spanningsraam aan het andere raam werd vastgeschroefd. Hoe minder vast aangeschroefd, hoe meer de platen zelf gingen meetrillen.

Ten slotte noemt hij nog eenige gevallen uit de praktijk over meetrillen van platen, zooals dunne houten wanden, houten kasten, glasramen etc., die gemakkelijk in transversale trillingen geraken. Zij absorbeeren een deel van de geluidsenergie en worden tot nieuwe geluidsbronnen. Zij werken verstrooiend en geven geen harden reflex, zooals b.v. steenen muren.

Wat Weisbach hier meedeelt is dat, wat wij in het Hollandsch noemen: het daveren van een wand.

Voor isolatie tegen lucht-geluid beveelt Weisbach aan: dubbele, harde wanden met een tusschenruimte, die opgevuld is met poreuze stoffen, die weinig transversale trillingen kunnen uitvoeren.

Eene hoogst interessante dissertatie is er in 1911 verschenen van de hand van R. Berger. [1])

Schrijver begint met eerst een uitvoerig overzicht te geven over meting van geluidssterkte Hij beschrijft totaal 26 methoden. Een medicus practicus zet altijd een bedenkelijk gezicht, als hij voor een ziekte een groote menigte geneesmiddelen aanbevolen ziet, ten bewijze, dat het ware nog niet gevonden is. Men ontvangt bij het lezen van al deze meetmethoden wel eenigszins eenzelfden indruk. De ware methode is ook hier nog niet gevonden; men heeft geen maat, geen éénheid van geluid. Alles is slechts vergelijkenderwijs en soms zeer onvolledig. Toch zal men veelal gedwongen zijn, op de een of andere wijze een keuze te doen. Berger geeft daarom een practischen raad. Voor het meten van geruischen en gecompliceerde geluiden beveelt hij de subjectieve methode aan volgens den „Reizschwellenwert."

[1]) Ueber die Schalldurchlässigkeit. Dissertation von Richard Berger, Dipl. Ingeniör. Druck von R. Oldenbourg in München 1911.

Het oor is het meest gevoelige instrument, om in de nabijheid van den geluidsdrempel verschil in intensiteit waar te nemen. De objectieve methoden hebben alle het nadeel, dat men eigenlijk alleen gelijksoortige geluiden van eenzelfde toonhoogte goed kan vergelijken. Het beste vindt hij nog het toestelletje van Rayleigh, dat de zuiverste meting geeft. Het bezwaar is echter dat het, in den vorm, waarin hij het gebruikte, niet gevoelig genoeg is.

In het tweede deel schrijft hij over de theorie der geluidsvoortplanting. Hij maakt de opmerking, dat bij geen enkelen vorm van arbeidsvermogen zulke afwijkende inzichten bestaan over voortplanting en isolatiemiddelen daartegen, als bij het geluid. Zoowel in werken over physica als in technische werken vindt men dikwijls vlak onder elkaar opgaven, die elkaar tegenspreken. Wel een bewijs, dat het een moeilijk vraagstuk is. Een eind verder geeft hij als het eindresultaat van eene uitvoerige berekening op, dat „*het geluidverlies door inwendige wrijving* bij het voortplanten van een transversale golf in een onbegrensde, gelijkvormige stof **recht evenredig** is met de *geluidsterkte*, met den *afgelegden weg* en met het *quadraat* van het *trillingsgetal* en **omgekeerd evenredig** met de *dichtheid* en met de *derde macht* van de *geluidssnelheid*." —

Hierdoor worden vele verschijnselen verklaard. Wij weten, dat het geluid zich in vaste lichamen, trots groote inwendige wrijving, enorme einden zonder groote verzwakking kan voortplanten. Hier heffen de werkingen van de groote voortplantingssnelheid en van het specifieke gewicht den invloed van de inwendige wrijving tamelijk wel op.

In een passage over buigingstrillingen schrijft hij: „Terwijl bij snaren en membranen de voortplantingssnelheid der buigingsgolven voor alle toonhoogten constant is, is zij bij staven en platen eene functie der golflengte. De buigingstrillingen hebben voor de theorie der geluidsisolatie een hoogstbelangrijke betee-

kenis. Door het optreden van buigingstrillingen krijgen wij een veel krachtiger omzetting van luchtgeluid in „Bodenschall" en omgekeerd, dan men volgens de brekingswetten zou verwachten en evenzoo verhoogde „Schalldurchlässigkeit". Bij de buigingstrillingen speelt de verhouding der golflengte tot de grootte van het trillende lichaam een zeer belangrijke rol. Bij zeer langzame, periodieke trillingen, zooals bij machines kunnen optreden, kan b.v. een geheel huis of een vrijstaande wand zich gedragen als een enkel lichaam, hetwelk van onderen vastzit. Op grond hiervan kunnen, zooals de waarneming leert, de horizontale trillingen van liggende machines veel gevaarlijker worden dan verticale trillingen van dezelfde kracht. *Men gevoelt ook in de bovenste étages de trillingen veel meer dan beneden.*

Bij dunne wanden wordt het luchtgeluid van den eenen kant op den anderen hoofdzakelijk door buigingstrillingen overgebracht, daar de kracht van de, in het materiaal van den wand werkelijk optredende en aan de andere zijde uittredende geluidsgolf, slechts zeer gering is. Ook bij de later te beschrijven proeven hebben wij bij de niet poreuze stoffen hoofdzakelijk met buigingstrillingen te doen.

In een hoofdstuk getiteld: „*Schutz gegen Luftschall*" zegt hij o.a.: „In een groot aantal gevallen van practischen aard wil men zich met zoo dun mogelijk materiaal tegen het doordringen van geluidsgolven door de lucht beschutten; b.v. bij de telephooncellen. Hiervoor komen slechts vaste lichamen in aanmerking. Bij vaste lichamen is de dichtheid μ_2 (en gewoonlijk ook de voortplantingssnelheid V_2) *zeer groot*, vergeleken met de overeenkomstige waarden bij lucht.

Wij nemen eerst het geval, dat V_2 *zeer groot*, limiet ∞ is, tegenover V_1. In dit geval is de stof *onsamendrukbaar*. Het geluid plant zich niet voort dwars door de stof van den wand, doch de wand zelf wordt door het geluid in trilling gebracht.

Bij de berekening blijkt dan, dat van de twee wanden de

zwaarste het *best tegen luchttrillingen beschut* en dat de *laagste tonen gemakkelijker doordringen dan hooge tonen.*

Een volkomen „*starre*", *onbuigbare wand* kan *als geheel* onder den invloed van geluidsgolven meetrillen. Indien zulk een wand aan de einden stevig bevestigd werd, *zou de reflex totaal* zijn en zou er *geen* geluid doorgaan en dus niets aan de andere zijde gebeuren.

Ook bij niet-„starre" wanden is er belangrijk minder doorgang van geluid, als de randen vastzitten. De geluidsoverbrenging door buiging is doorgaans veel grooter.

Voor het geval dat geen buigingstrillingen optreden en ook de overige theoretische veronderstellingen aanwezig zijn, volgt uit de voorafgaande vergelijkingen (men zie daarvoor de uitvoerige berekeningen bij Berger zelf), dat juist de z.g. *goede geluidsgeleiders, bij welke* μ *en V groot zijn,* de *beste beschutting tegen luchtgeluid geven.*

In een hoofdstuk, getiteld: „Schutz gegen Bodenschall" zegt Berger ongeveer het volgende: „Wanneer aan de oppervlakte van vaste stoffen op een of andere wijze trillingen teweeggebracht worden, krijgen wij gewoonlijk een lucht- en een bodemgeluid (Bodenschall). Onder het laatste verstaan wij: het geluid, dat door het vaste lichaam zelf geleid wordt. Zoo ontstaan beide soorten van geluid b.v. bij het inslaan van een spijker in den wand, bij het loopen op den vloer, bij straatrumoer, bij pianospelen, als de piano niet zeer goed van den vloer geïsoleerd is, enz. Luchtgeluiden krijgen wij alleen bij: spreken, zingen, vioolspel, fluitspel etc."

De wanden, zolderingen, vloeren etc., waarin zich „Bodenschal" voortplant, zijn gewoonlijk stoffen, waarbij μ en V tamelijk groot zijn. Men denke aan die waarden bij hout, steen etc. Wij kunnen bij voorbaat verwachten, dat wij tusschen twee stoffen van groote μ en V een tusschenlaag met kleine μ en v moeten inleggen, om den overgang van den Bodenschall zooveel mogelijk te

verhinderen.... Men moet dus kurksteen, vilt etc. er tusschen leggen. Een reeks van gevolgtrekkingen voor de geluids-techniek is hieruit te maken.

Wij zien, dat de onderstelling: „een goede „Bodenschall-isolator" moet ook een goede luchtgeluid-isolator zijn en omgekeerd, **niet** opgaat! *Dezelfde stof kan in het ééne geval een werkzame beschutting tegen het geluid geven en in het andere geval het geluid goed doorlaten!*

In een hoofdstuk over: „Die porösen Körper" zegt hij: „Eene reeks van poreuze stoffen, die voor lucht doorgankelijk zijn, zooals b.v. vilt, hebben zich, volgens ervaring, betrouwbaar getoond als middel tegen „Bodenschall". Verder is bekend, dat bij het loopen over deze stoffen er *geen geluid ontstaat.* Ten slotte weet men ook, dat zij op den duur den nagalm in zalen etc. belangrijk kunnen verkorten, doordat zij het geluid beter absorbeeren dan niet-poreuze stoffen, die het geluid sterker terugkaatsen. Vrij algemeen is nu het geloof verspreid, dat deze stoffen ook goede beschutting opleveren tegen luchtgeluid. Zelfs vakmenschen gelooven, dat men door middel van doeken, flanel, vilt etc. het luchtgeluid zou kunnen tegenhouden. Bij stoffen, die de lucht goed doorlaten, gaat het geluid grootendeels door de poriën heen. Het geluid wordt hier belangrijk minder verzwakt dan door zeer dunne lagen niet-poreuze stoffen, die de lucht niet doorlaten. Zelfs dan, als men de poriën verstopt, is hare werkzaamheid niet groot, daar zij gewoonlijk zeer licht zijn.

Berger vermeldt dan de proeven van Tyndall, die ik reeds beschreven heb.

In het *derde deel* beschrijft Berger de proeven, die hij genomen heeft. Bij de eerste proeven gebruikte hij een kubieke kist van kurksteen, waarvan de ribben buitenwerks één Meter lang waren. De kurksteen was 15 c.M. dik. Van binnen was

deze kist eerst bekleed met een laag asphaltpapier en daartegen nog een laag lood van 5 m.M. dikte. Deze kist liet geen waarneembaar geluid door. Aan ééne zijde was een opening gelaten, waaromheen een groef, waarin een laag Para-gummi van 3 c.M. dikte gelegd was. Hierop kwamen de te onderzoeken platen te liggen, die door een vastgeschroefden beugel bevestigd werden. In het midden van den bovenwand van de kist was een valgeluidmeter aangebracht; een messingbuis, waarin een messingstaaf precies paste. Onder aan deze messingstaaf zat een kommetje van week ijzer, waarin een ijzeren kogeltje paste. Door een electrischen stroom door het stuk week ijzer te laten gaan, kon hij het kogeltje vast houden en door den stroom uit te schakelen kon hij het kogeltje laten vallen, dat dan neerviel op een ijzeren plaat, van waar het schuin opstuitte en in een zakje opgevangen werd. De messingstaaf kon naar willekeur op en neer geschoven worden, zoodat Berger de valhoogte naar willekeur kon regelen, dus ook naar willekeur het geluid kon versterken of verzwakken. Hij luisterde dan op een vaste plaats. Hij heeft deze methode van onderzoek echter opgegeven, omdat hij werkte in een laboratorium waar geen stilte te krijgen was. Hij ging het toen dus anders inrichten en volgde zoo ongeveer de methode van Sieveking en Behm. Evenwel liet hij de electrisch gedreven stemvork doorklinken, wat hij kon doen, omdat hij er een vernuftig bedachte stem-inrichting aan verbonden had. Aan een der beenen van de binnenste stemvork had hij een spiegeltje bevestigd, dat door een klein, geluiddicht gesloten venster een streep licht ontving en terugwierp op een scherm van matglas. Als de stemvork trilde, werd deze lichtstreep natuurlijk tot een lichtvlak. De buitenstaande, opvangende stemvork was op soortgelijke wijze van een spiegeltje voorzien en dit kaatste hetzelfde opgevangen licht terug op hetzelfde stuk matglas, vlak naast de lichtstreep van de binnenste stemvork. Als de beide stemvorken trilden, brachten zij twee naast elkaar liggende lichtvlakken

teweeg. Door de grootte dier vlakken te vergelijken, kon Berger het percentage van het doorgelaten geluid bepalen. Hij onderzocht op deze wijze verschillende stoffen en de eindconclusie daarvan was, dat hij den navolgenden regel opstelde: *„De doorgankelijkheid voor geluid neemt regelmatig af met het gewicht van de plaat. De zwaarste platen laten dus het minste geluid door! Bij dezelfde dikte dus, weert de plaat met het hoogste soortgelijke gewicht het meeste geluid af!*

De proeven bevestigden dus de theorie.

Het lijstje van de stoffen, die Berger onderzocht, volgt hieronder. De eerste stoffen laten het meeste geluid door, de laatste het minste.

Deze lijst luidt:

Flanel.
Vilt.
„Lederpappe".
Geperste kurksteen.
Asbestpapier.
„Verbleiter Eisenblech".
Hout.
Klingerit.
Dakpapier.
Geperste kurksteen.
„Asbest-Schiefer".
Beton.
Asphalt.
Looden plaat.

De *„Slotopmerking"* van Berger luidt: *Resumeerend* komt men tot de slotsom, dat *men, om in een stof de voortplanting van het geluid te stuiten, als isolator een tweede stof moet nemen, bij welke het product van dichtheid en geluidssnelheid zoo sterk mogelijk moet afwijken van dat der eerste stof. Voor het speciale geval van isolatie tegen luchtgeluid volgt daaruit, dat men de wanden zoo zwaar mogelijk moet maken!*

In het jaar 1913 is van de hand van Dr. Spijkerboer [1]) eene dissertatie verschenen, waarin de proeven van Sieveking en Behm en van Berger, alsmede die van Biltris en de Groot gecontroleerd werden. Spijkerboer had daarbij het voorrecht te mogen beschikken over de hulpmiddelen van het Physiologisch Laboratorium te Utrecht en over de daar aanwezige geruischlooze kamer. — De eerste proeven deed hij, door van de te onderzoeken stoffen kistjes te maken en binnen deze een microphoon te plaatsen, die het geluid opving, dat verkregen werd, door achtereenvolgens verschillende orgelpijpen aan te blazen. De uitslagen van het microphoonmembraan werden gemeten met behulp van een snaargalvanometer van Einthoven, gefabriceerd door Edelmann. Onderzocht werden volgens deze methode: marmer, glas, hardsteen, turfmos, kurksteen, lood, aluminium en vilt.

Bij de tweede proevenreeks gebruikte Spijkerboer een telephoon inplaats van een microphoon. In een vertrek, grenzende aan de geruischlooze kamer, werden de orgelpijpen opgesteld vóór een grooten blikken trechter, die overging in een dikwandige looden buis, welke weer nauwkeurig aansloot aan een korten wijden trechter, eveneens uit dik lood vervaardigd. De looden buis en trechter bevonden zich in het geruischlooze kamertje. Er was zorgvuldig voor gezorgd, dat op de plaats, waar de looden buis door den wand van het kamertje heenging, geen geluidslekken bestonden.

Boven den looden trechter hing de telephoon, waaraan een opvangtrechter. De draden der telephoon waren direct verbonden met de snaar van den galvanometer, die zich in een ander vertrek naast de geruischlooze kamer bevond. Op het trechtervormige looden stuk werden de te onderzoeken stoffen gelegd en door een dikken looden ring aangedrukt. Onderzocht werden:

[1]) „Doorlatingsvermogen voor geluid", Proefschrift, door C. Spijkerboer, Arts te Meerkerk. — Utrecht, 1913.

caoutchouc, mica, kurkplaat, ahornhout, asbestpapier, bordpapier, filtreerpapier, vilt, lood, celluloid en eikenhout.

Bij de derde proevenreeks plaatste Spijkerboer de telephoon in een geluiddichte kist, waarvan de binnenkant met dik, los paardenhaar bekleed was, om resonance te voorkomen. In het deksel was een opening gelaten, waarop de te onderzoeken stoffen gelegd werden en waarvoor orgelpijpen opgesteld werden. De draden van de telephoon werden verbonden met de goudsnaar van den galvanometer. In hoofdzaak onderzocht hij volgens deze methode dezelfde stoffen als bij de vorige proevenreeks.

Van zijne conclusies wil ik er drie noemen, n.l.:

1°. Vaste, niet poreuze stoffen laten het geluid bij moleculaire voortgeleiding slecht door, en wel verzwakken zij het des te meer, naarmate zij een hooger soortgelijk gewicht bezitten. Vandaar de voortreffelijkheid van lood, zelfs in dunne lagen, als isolatiemiddel (conform Berger).

2°. Platen of wanden dezer stoffen trillen echter ook als een geheel en geleiden, mede daardoor, het geluid. Het aankomend geluid wekt resonance in de gansche plaat, resp. wand, wanneer die daarvoor vatbaar is. De sterkte van zulk een resonance hangt geheel af van grootte, zwaarte en spanning van den wand. Zoowel voor muren als voor dunne platen geldt dit. Indien zij aan de randen los zijn bevestigd, zal deze opgedrongen trilling geheel vrij tot stand komen. Een stevige bevestiging geeft echter grootere of kleinere demping en daardoor een meer of minder verstikken der resonance (conform Weisbach).

Het kan intusschen zijn, dat dientengevolge wand of plaat een onderdeel wordt van een grooter geheel, het geheele gebouw b.v. Zulk een grooter geheel zal uitsluitend zeer lage tonen en dreuningen kunnen resonneeren. Vandaar dat deze laatste in bouwwerken zoo moeilijk uit te sluiten zijn.

4°. Bij poreuze stoffen is de verhouding anders. Wanden, uit deze vervaardigd, trillen slechts in geringe mate als geheel.

Het geluid, dat poreuze stoffen doorlaten, passeert grootendeels door de poriën. Vandaar, dat geperst poreus materiaal minder doorlaat dan zeer los poreus. (conform Sieveking en Behm).

In aansluiting aan de proeven van Berger en deze completeerend, wil ik nog een proef van Tyndall vermelden. Deze vulde zijn longen zooveel mogelijk met zuiver waterstofgas en ging dan zoo luid mogelijk spreken. Het resultaat was echter, dat dit luide spreken slechts zeer zwak te hooren was. De geluidstrillingen, die van de stembanden door het lichte waterstofgas naar buiten werden voortgeplant, brachten de zooveel zwaardere lucht belangrijk minder in beweging. Dit is feitelijk hetzelfde als wat Berger en anderen vonden bij den overgang van luchttrillingen op zware stoffen.

Ten slotte wijs ik in deze rubriek nog op een werkje van Wuczkowski [1]). Hij beschrijft daarin het resultaat van zijne proefnemingen en berekeningen over het doorbuigingsvermogen van vloeren en wanden van beton. Hij toont aan, dat wanneer in een gebouw van beton de zoldering belast wordt, er gelijktijdig eene doorbuiging van den vloer en de wanden plaats heeft. Bij gebouwen van meer dan een étage buigen de zijwanden door in den vorm van een zacht gebogen S. Bij zware geluidstrillingen en bij dreunen krijgt men in zulk een gebouw van beton een overeenkomstig effect.

Wanneer wij nu de resultaten der proefnemingen uit deze tweede rubriek aandachtig beschouwen, dan treffen ons een paar dingen al heel bijzonder, n.l.: 1°. dat de proeven van Berger hetzelfde resultaat opleverden als zijne voorafgaande theoretische berekeningen, dat dus theorie en praktijk volkomen met elkaar

[1]) Zur Statik der Stockwerkrahmen von Rich. Wuczkowski, Ingeniör. — Berlin, 1912. Verlag von W. Ernst und Sohn.

in overeenstemming waren. Een schooner uitkomst is moeilijk denkbaar.

2°. Dat er een tegenspraak is tusschen de uitkomsten der onderzoekingen van Biltris en de Groot eenerzijds en van Sieveking en Behm, Weisbach, Berger en Spijkerboer anderzijds. Nu moet men wel in het oog houden, dat de beide eersten geen enkelvoudige stoffen onderzochten, doch combinaties en nog wel combinaties van harde en zware stoffen met poreuze, lichte stoffen, in afwisselende lagen. De beste voorwaarde dus voor het isoleeren van geluid. Zij gaven de uitkomsten van deze onderzoekingen, alsof het de uitkomsten waren van onderzoek van enkelvoudige stoffen. Bovendien waren bij deze proeven de binnenwanden der kisten geheel bekleed met poreuze stoffen, die de resonance verminderden en wel des te sterker, hoe poreuzer de stoffen waren. Goed beschouwd is de *schijnbare tegenstrijdigheid* dan ook in werkelijkheid *geen tegenstrijdigheid*, doch eenvoudig eene quaestie van foutieve omschrijvtng. Biltris en de Groot hadden hunne wanden naar de som der lagen en niet naar de laag, die veranderlijk genomen werd, moeten noemen.

Thans kom ik tot de derde rubriek, n.l. die der practici.

Ik wil beginnen met een werk van de hand van P. Verhave [1]). Dit is een handboek voor de praktijk, dus zonder wetenschappelijke verklaring, doch met vele practische en juiste adviezen, waarvan de theorie in de voorafgaande rubriek te vinden is. — In Hoofdstuk VI, bij de „Middelen tot wering van brandgevaar", wordt door hem melding gemaakt van de Oudhollandsche vloeren op bovenverdiepingen. Op houten vloeren, die op moer- en kinderbalken rusten, is een zandlaag aangebracht, waarop weer een vloer van steenen bakken of tegels. In Hoofdstuk VII,

[1]) Onderhoud en verbetering van woonhuizen door P. Verhave, Inspecteur Gemeentelijk Bouw- en Woningtoezicht te Amsterdam. — Van Mantgem en De Does, Amsterdam, 1917.

waarin hij de „Middelen tot demping van geluid en het tegengaan van andere trillingen" bespreekt, verwijst hij o. a. ook naar deze vloeren als een der beste middelen, om geluid van de eene étage naar de andere te ondervangen. Merkwaardig is bij dezen practicus, dat ook hij, bij het zoeken naar middelen om hinderlijk geluid tegen te houden, dit ook in twee soorten verdeelt en ook luchtgeluid en contact-geluid goed uit elkaar houdt. Slechts heeft hij andere benamingen. Het eerste noemt hij „geluidstrillingen" en het tweede „trillingen door aanraking."

Al kan ik in dit hoofdstuk niet alle middelen noemen, die hij opgeeft om geluid te weren, toch wil ik releveeren, dat hij doet uitkomen:

1o. dat men voor geluid-wering moet gebruiken afwisselende lagen van vaste, harde stoffen met lichte, poreuze stoffen;

2o. dat men deelen, die contact-geluid kunnen overbrengen, van elkaar moet scheiden, dat dus b.v. plafonds niet direct contact met de bovenliggende vloeren mogen hebben (welk vraagstuk hij op verschillende wijzen oplost), dat bij dubbele wanden de binnenste en de buitenste niet tegen dezelfde stijlen mogen rusten etc.;

3o. dat men, om contact-geluid door buisleidingen te ondervangen, deze met poreuze stoffen moet omgeven en omtimmeren, en dat men die leidingen zoo veel mogelijk los van de muren moet maken, etc.

Voor bijzonderheden moet ik naar het origineel verwijzen.

Een tweede product van vaderlandschen bodem is het werkje van D. van Vugt en C. Visser [1]). In Hoofdstuk IX, hetwelk handelt over „Het voorkomen van hinder van geraas, trillingen etc.", releveeren schrijvers de bevende huizen in Scheveningen. Toen de zware gasmotoren van de Electrische Centrale 160 slagen per minuut maakten, beefden vele omringende huizen.

[1]) Hoe voldoe ik aan de bepalingen der Hinderwet, door D. van Vugt en C. Visser. Deventer A. E. Kluwer.

Toen het aantal verminderd werd tot 150 slagen per minuut, beefden er minder huizen, doch andere dan voorheen. Veelal lagen de bevende huizen op grooter afstand dan „niet-bevende" huizen. Ieder huis had dus zijn eigen wijze van resonneeren.

Professor H. C. Nussbaum heeft in 1904 in het Zeitschrift für Architectur und Ingeniörswesen een artikel geschreven, getiteld: „Der Schallschutz im Wohnhause und in ähnlichen Gebäuden". Hij geeft daarin eenige algemeene adviezen, zooals: de kamers zooveel mogelijk door muren scheiden en deze zoo min mogelijk door deuren onderbreken. Verder adviseert hij, de kamerdeuren uit twee lagen te construeeren, zoodanig, dat de planken elkaar kruisen en daartusschen een viltlaag aan te brengen. Voor de ramen adviseert hij dubbel glas in dezelfde kozijnen. Hij breekt verder een lans voor het behoud der oude Duitsche vloerconstructie (waarover aanstonds) die in verval dreigt te komen. Hij adviseert, tusschen de vloer en zoldering een zandlaag van minstens 15 c.M. dikte te nemen, gelijk in de meeste Oostenrijksche gemeenten bij bouwverordening is voorgeschreven. — Ten slotte beveelt hij krachtig het maken van spouwmuren aan.

Een volgende schrijver, die hier genoemd moet worden, is G. A. Breymann [1]).

In zijn werk komt een hoofdstuk voor, getiteld: „Construction der Zwischendecke". Schrijver zegt daarin: „Bij een zoldering dient rekening te worden gehouden met brandvrijheid, lichtheid, slechte geleiding van geluid en warmte."

In Duitschland is het langst in gebruik, eigenlijk al vanaf de Middeleeuwen, de Windelboden. Het oudste is de „ganze Windelboden." In de balken wordt op een afstand van $2^1/_2$ à 3 c.M. van den onderkant een groef (keep of sponning) gemaakt.

[1]) Allgemeine Bau-Constructions-Lehre von G. A. Breymann, Baurath und Professor. II Theil. Verlag von G. Weise. Stuttgart 1870.

Hierin worden de „Staakhölzer", ook wel Spreizen, Stichhölzer en Schlierhölzer genoemd, aan elkaar sluitend, ingeschoven. Dit zijn houten stokken van 2½ c.M. dikte, aan de einden gepunt en met strooleem omwonden. De ruimte onder deze Staakhölzer wordt met leem glad afgestreken tot op het niveau van den onderkant der balken. Dan wordt er riet tegen aangebracht en dit wordt met kalk tot een plafond afgewerkt. — De Staakhölzer worden aan de bovenzijde met leem besmeerd en daarop komt dan zand of leem of puin of asch, tot aan de bovenzijde der balken. Hierover heen komt een gewone planken vloer, „der Blindboden", en daarover heen de parketvloer. Deze zolderingen geleiden de warmte en het geluid slecht en zij zijn goedkoop. Het bezwaar is echter, dat zij zeer zwaar zijn. Daarom prefereeren velen den „halben Windelboden". Hierbij zitten de kepen in de balken slechts 3 c.M. van den bovenkant, zoodat de vulling, die op de „Staaken" komt te liggen, ook slechts 3 c.M. dik wordt, dus veel dunner en lichter dan bij den „ganzen Windelboden", doch natuurlijk ook minder doeltreffend. De Staakhölzer worden van onder afgewerkt als bij den „ganzen Windelboden" en de balken blijven in het zicht. Voor dezen „halben Windelboden" worden ook wel schaaldeelen gebruikt inplaats van Staakhölzer. Deze deelen zijn dan aan de onderzijde netjes afgewerkt. Over de deelen wordt eerst een laag strooleem gelegd, om doorzakken van zand tegen te gaan.

Ten slotte wil ik nog vermelden, wat deze schrijver vertelt over „een zeer dichte en warme, doch ook zeer zware zoldering, die in gebruik is in Rusland, in de omgeving van Petersburg." Aan de zijden van de balken worden, met zware scheepsnagels, latten gespijkerd; daarop komen, aaneengesloten delen van 2½ c.M. dikte. Hierop komt een laag van viltachtig doek, ter dikte van een vinger, gemaakt van koehaar en „Weilock" genaamd. Hierop worden baksteenen in leem gelegd, welke oppervlakte

gelijk komt met de bovenvlakte der balken. Over dit geheel komt dan een houten vloer.

In het Centralblatt der Bauverwaltung, Jahrgang 1899, komt een klein twistgeschrijf voor, hetwelk ik hier in het kort wil meedeelen. Op pag. 483 trekt E. Otto te velde tegen den „Ganzen Windelboden", omdat in vochtige vertrekken, na verloop van jaren, de Staakhölzer wel eens willen rotten en dan de geheele geschiedenis wel eens naar beneden wil komen. — Hiertegen treedt op pag. 544 Kortüm, te Erfurt, in het krijt.

Na aangegeven te hebben, op welke wijze het binnendringen van vocht te voorkomen is, geeft hij een beschrijving van een gewijzigden vorm van Windelboden, zooals die met uitstekend succes te Erfurt in scholen en in sommige woonhuizen wordt toegepast. Het komt hierop neer, dat eerst de groote balken door eenigszins wigvormige kinderbalken en door ijzeren verankeringen versterkt werden. Halfweg de balken komen geen staken, doch zware schaaldelen op latten. Onder tegen de balken wordt geen riet aangebracht, doch stevige latten, die op doorsnede als zwaluwstaarten zijn met de smalle kanten naar boven. Deze latten liggen met kleine tusschenruimten naast elkaar. Specie, hiertusschen krachtig ingedrukt en van boven aangesmeerd, kan dan nooit weer er uit vallen. Over dit plafond komt aan de bovenzijde een laag van hooi met kalkspecie en dan asch tot aan de schaaldelen. De ruimte boven de schaaldelen wordt met „naturfeuchter" leem volgestampt tot aan de bovenzijde der balken. Hierover komt dan de dubbele houten vloer. Door deze zoldering zou geen geluid van boven of van beneden doordringen.

Kortüm maakt aan het eind van het artikel een opmerking, die ik hier in zijn geheel en onvertaald weergeef. Hij schrijft: „Leider wird ja die Hellhörigkeit des Hauses weder durch diese, noch überhaupt durch irgend eine „Schallsichere" Decken-

anordnung beseitigt; denn die Fortpflanzung des Schalles erfolgt hauptsächlich durch die Wände, und gegen diesen Uebelstand ist unseres Wissens bisher ein sicher wirkendes Mittel noch nicht bekannt geworden".

Deze opmerking van Kortüm vond ik te merkwaardig, om anders dan onverkort en onvertaald weer te geven. Al ligt er een groote kern van waarheid in, toch wil het mij voorkomen, dat hij eenigszins overdrijft en de groote waarde van een geluiddichte zoldering onderschat. Als de afsluiting tusschen de étages werkelijk geluiddicht is en het huis goed zwaar is gebouwd, gelijk dat in Duitschland gewoonte is, hoort men niets van boven- of benedenburen.

Tot besluit maak ik in deze rubriek nog melding van een artikel in de Deutsche Bauzeitung van 1899, waar op pag. 328 de architect A. Ludwig een artikel geschreven heeft over: „Schalldämpfung durch Filzeinlagen in den Deckenconstructionen." Hij beveelt daarvoor aan het gebruik van viltstrooken, die door Günther en Co. te Berlijn zoodanig geïmpregneerd zijn, dat zij door vocht niet gaan rotten en onder den naam van Antacustat in den handel zijn gebracht. Hij adviseert, deze viltstrooken overal daar te leggen, waar *vaste deelen met elkaar in contact komen*, zooals tusschen balken en „Blindboden", tusschen balken en „Zwischendecke", tusschen „Blindboden" en „Parkett" en tusschen kopeinden der balken en den muur, waarin deze rusten.

In hetzelfde tijdschrift antwoorden Düchtig en Jänisch daarop en bevestigen, dat ook zij voor dezelfde doeleinden reeds lang vilt gebruiken en met uitstekend resultaat.

Terwijl ik met dit geschrift reeds klaar ben, bereikt mij een artikel van R. E. Schmidt [1]), waarin eene beschrijving van maatregelen, die men in sommige Amerikaansche ziekenhuizen genomen heeft, om de groote gehoorigheid te

[1]) Sound deadening in hospitals bij Richard E. Schmidt, *Chicago*. Surgery, Gynecology and Obstetrics. Juli 1920.

verminderen. Voor de kamers, vanwaar uit ongewenscht rumoer kon doordringen, speciaal voor kamers, die voor verloskundige hulp waren ingericht, had men dubbele deuren gemaakt, die ieder uit twee lagen hout bestonden met een luchtlaagje er tusschen. Verder is het artikel in hoofdzaak een propaganda voor Stevens' vloeren. De constructie dezer vloeren komt in hoofdzaak daarop neer, dat de ruimte tusschen houten vloer en plafond met sinters opgevuld wordt

Schmidt beveelt verder aan, rumoer makende inrichtingen, zooals lift, ventilatoren en andere machinerieën, in afzonderlijke kamertjes, die op kurk moeten rusten, op te sluiten; pijpleidingen en buizen in te pakken in vilt; voor de lift geen hek te maken, doch gesloten deuren.

Deursloten moeten geruischloos geopend en gesloten kunnen worden. Gangen moeten in kleinere deelen verdeeld worden door verschillende deuren en de vloeren moeten aldaar met rubberloopers belegd worden.

Argumenteeringen werden in dit artikel al evenmin gegeven als mededeelingen over resultaten of ervaringen.

HOOFDSTUK II.

Geruischlooze kamers.

Zooals reeds in de „Inleiding" gezegd, is het voor een ziekenhuis van groot belang, dat daar althans één kamer is, waarin het buitengewoon rustig en stil is. Het is de bedoeling, in dit hoofdstuk na te gaan, welke pogingen er zoo al zijn aangewend, zulk een kamer te construeeren.

Een der eersten, die getracht heeft een absoluut stille kamer te maken, was de bekende Engelsche schrijver Carlyle. De reden waarom hij daartoe overging, was, dat hij bij zijn werk overgevoelig was voor alle geluiden en deze hem daarbij zeer hinderden. Hij maakte daarom, in overleg met een bouwkundige, een plan, waarvan hij zulke hooge verwachtingen had dat hij over deze nog te bouwen kamer aan zijne zuster schreef: [1])

. . . . „into which no sound *can* come; and all the cocks in nature may crow round it, without my hearing a whisper of them!"

Bij de uitvoering van zijn plan liet hij op zijn huis een nieuw, nagenoeg half-cylindervormig dak maken en dit met lei bedekken. Binnen in de zolderruimte liet hij nu een houten vertrek timmeren, zoodanig, dat de bovenrand van de wanden ongeveer halfweg de hoogte van de ronding van het dak kwam. Het vertrek werd afgedekt met een van twee kanten schuin oplooopende zoldering, dus zoo ongeveer als een gewoon dak aan den buitenkant. Hij kreeg zoodoende rondom zijn kamer een vrije ruimte, die aan de buitenzijde schuin opliep. Tusschen de afdekking van de kamer en het ronde dak bleef ook een luchtruimte. Het licht kwam vlak van boven door een dubbel raam,

[1]) Zie: Carlyle's House, 24 Cheyne Row: Chelsea. Illustrated Catalogue Londen: The Carlyle's House memorial trust.

dat geopend kon worden. Voor den winter was er een stookgelegenheid gemaakt en langs de plinten waren luchtkokers voor ventilatie. Dubbele deuren gaven toegang tot de omgeving. Al was het in dit vertrek iets stiller dan in andere vertrekken, toch was deze geheele onderneming voor Carlyle een groote teleurstelling. Weliswaar hoorde hij minder rumoer van de straat, doch des te sterker drong het geluid van veraf, zooals het luiden der klokken en het rommelen van treinen, tot hem door. Ook was het 's zomers zeer warm in dat vertrek, zoodat hij het raam openen moest.

Een ander, die een poging aanwendde, was Wilh. Wundt [1]). Hij wilde proeven nemen over voortgeleiding van dubbeltonen (van twee stemvorken) door een ijzeren buis. Om voortgeleiding door de lucht uit te sluiten, plaatste hij de stemvorken in het eene vertrek en observeerde in een ander vertrek aan het eind van de buis. Tusschen beide vertrekken maakte hij een z.g. „stille kamer", die voor hem dus niet anders was dan een geluidafsluiter tusschen de beide andere vertrekken. Hij construeerde deze kamer door haar van dubbele muren te voorzien en de tusschenruimte met puin op te vullen. Over de constructie van vloer en zoldering wordt zelfs niet gerept. Veel leert ons deze poging dus niet.

De eerste die, met meer kennis van zaken toegerust dan de beide genoemde personen en meer oordeelkundig een geruischlooze kamer construeerde, is Zwaardemaker [2]). Het is hem gelukt

[1]) Krüger, Philosophische Studien, von Wilh. Wundt. Band XVI. — Leipzig, 1900.

[2]) *Zie:* H. Zwaardemaker, „Over de Camera Silenta van het Physiol. Laboratorium te Utrecht." Koninklijke Academie van Wetenschappen te Amsterdam. — Overgedrukt uit: Verslag van de gewone Vergadering der Wis- en Natuurkundige Afdeeling van 20 Februari 1910.

Ook: Ueber die Einrichtung eines geräuschlosen Untersuchungszimmers von H. Zwaardemaker. Zeitschrift f. Ohrenheilk. Bnd. 54, pag. 218.

in het Physiologisch Laboratorium te Utrecht in een vertrekje nagenoeg absolute stilte te krijgen.

De eischen die hij stelt voor het maken van zulk een vertrek formuleert hij als volgt:

1°. „Moet de binnenvlakte van het vertrek bekleed zijn met „een stof, die het geluid niet terugkaatst, immers verzuimt men „dit, dan zullen niet alleen de onwillekeurige geluiden, die men zelf „maakt, reeds storen, maar men zal bovendien gehinderd worden „door de kleine geluidsrest, die wegens onvolkomenheden der „constructie nog mocht overblijven; de resonance der afgesloten „ruimte zelf zal uit het weinige rumoer, dat ontstaat of binnen„dringt, bepaalde bestanddeelen grijpen en in versterkte mate „ten gehoore brengen."

2°. „Moet de isoleering tot stand worden gebracht door „dubbelen wand, met lucht-tusschenruimte van geringe dikte, „dat resonance van hoorbare tonen uitgesloten is en daaren„boven tusschen de beide wanden geen ander contact overblijft „dan van eenige smalle loodverbingen."

3°. „Moet de isoleering van de buitenmuren van het gebouw „en van den bodem zoo volkomen mogelijk zijn; eerstgenoemde „isoleering heeft door een opzettelijk aangebracht nevenvertrek „te geschieden."

Elders noemt hij nog als voorwaarde dat het vertrek niet te groot mag zijn en dat het omgeven moet zijn door kleine ver„trekken, die het geluid het beste tegenhouden.

Van de wijze, waarop hij zelf zijn vertrekje liet bouwen, geeft hij een uitvoerige beschrijving, die in het kort hierop neerkomt. Op de zolderétage van het Physiologisch Laboratorium heeft hij, midden tusschen vertrekken, waar het reeds zeer rustig is, een ruimte afgeschoten, die binnenwerks $2{,}28 \times 2{,}28 \times 2{,}20$ Meter groot is. De wanden bestaan uit zes lagen en wel, van binnen naar buiten, eerst een laag trichopièse (om resonance te voorkomen). Deze laag is bevestigd op de tweede laag, een muurtje van

poreuzen steen, die op den vloer van den zolder rust, doch daarvan door een looden plaat gescheiden is. De derde laag is lucht (2 à 3 c.M.). De vierde is een houten schotwerk van 2½ c.M. dikte, de vijfde is een mengsel van zand en stukjes kurk, ter dikte van 4 c.M. en de zesde een wand van kurksteen, ter dikte van 6 c.M.

Den bodem maakte hij als volgt. De vloer van den zolder en het kamertje werden gescheiden, door de planken door te zagen. Zij bleven echter op dezelfde, gemeenschappelijke balken rusten. Op dezen houten vloer werd een looden plaat van 3 m.M. dikte gelegd, daarop een laag trichopièse élastique en daarop nog een namaak-Smyrna kleed.

Het dak maakte hij, door op het muurtje van poreuzen steen dwarslatten te leggen, waartegen aan de onderzijde weer een laag trichopièse en waarover aan de bovenzijde een looden plaat van 3 m.M. dikte. Daarboven bleef weer de luchtlaag, dan kwam een houten schotwerk en hierover nog een laag asphaltpapier, zeegras en kurksteen.

Men krijgt toegang tot het kamertje door een dubbele deur, aan eenzelfde architraaf opgehangen. De buitenste deur bestaat uit hout met trichopièse bekleed en de binnenste uit kurksteen, hout en trichopièse.

De deuren passen heel precies in de sponningen, die voor dat doel met lood bekleed zijn. Tusschen beide deuren blijft een luchtruimte over.

Zwaardemaker zelf noemt het principe, volgens hetwelk hij zijn kamertje maakte: „het maken van dubbele doozen."

Het is Zwaardemaker inderdaad gelukt op deze wijze in eene kleine ruimte nagenoeg volledige stilte te krijgen. Voor werkelijk absolute stilte hangt hij in zijn geruischlooze kamer nog een goed gesloten kooi op, waarin geen enkel geluid meer doordringt.

Het is inderdaad een schoon resultaat!

Wanneer ik echter den geheelen opzet critisch ga beschouwen,

dan wil het mij voorkomen, dat die rustige vertrekken, die het z.g. geruischlooze kamertje omringen, als een belangrijk onderdeel van de wanden beschouwd moeten worden. Ook de rustige ligging van het Laboratorium zelf is een factor van groot belang. Ik heb mij n.l. kunnen overtuigen, dat het mogelijk is vanuit die aangrenzende vertrekken zoowel contact-geluid als luchtgeluid in de geruischlooze kamer te doen doordringen. Naar ik verneem dringt fis 4 echter niet door, doch lagere tonen wel. Zwaardemaker zelf heeft ook reeds de groote waarde van die omringende rustige vertrekken beseft, gelijkt blijkt uit zijne aanbeveling, een geruischlooze kamer in zulk een omgeving te plaatsen. — Het wil mij dan ook voorkomen, dat wanneer die geruischlooze kamer niet stond waar zij nu staat, doch b.v. in een rumoerig ziekenhuis, zij volstrekt niet nagenoeg geruischloos zou zijn. Al doet dit alles niets af aan het schoone eindreultaat, dat Zwaardemaker bereikte en al doet het niets te kort aan de groote waarde zijner ingenieuze vinding, voor het doel, dat ik met dit geschrift voor oogen heb, is het noodig, op dit punt goed het licht te doen vallen.

Door eene slaafsche navolging in eene andere omgeving zou men wel eens groote teleurstelling kunnen ondervinden. Dat deze vrees niet denkbeeldig is, bleek mij uit eene correspondentie met Prof. Dr. C. S. Myers, hoogleeraar voor psychologie, te Cambridge (Engeland). Als antwoord op mijn vraag om inlichting over de door hem geconstrueerde geruischlooze kamer, antwoordde hij, dat hij deze geheel had ingericht overeenkomstig de voorschriften van Zwaardemaker, doch dat het vertrekje niet „sound-proof" was. Hij voegt er nog aan toe, dat, als hij ooit weer zulk een kamer zoude construeeren, hij die in haar geheel zou ophangen.

Gelukkiger dan Meyers is Voss geweest [1]).

[1]) Die Städtische Ohrenklinik, Frankfurt a. M., von Prof. Dr. O. Voss. Würzburg, Verlag von G. Kabitzsch, 1913.

Geïnspireerd door Zwaardemakers' werk heeft hij in zijn kliniek voor oorheelkunde een geruischlooze kamer ingericht. Hij heeft Zwaardemaker niet slaafs nagevolgd, doch aan het grondbeginsel van de „doozen in elkaar" vastgehouden en dat op Germaansch-solide wijze ten uitvoer bracht, haast zou ik willen zeggen: „geperfectioneerd". Hij moest dat ook wel doen, aangezien hij dit vertrek niet tusschen andere rustige kamers kon plaatsen. Gemakshalve laat ik zijne eigene beschrijving hier onveranderd volgen!

„Bei der Konstruktion des Hörprüfungszimmers folgten wir dem von Prof. Zwaardemaker, dem ich für seine uns bereitwilligst erteilten, liebenswürdigen Ratschläge an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank ausspreche, angegebenen Hauptgrundsatze, nämlich der Herstellung des Zimmers nach dem Prinzip der ineinander geschachtelten Dosen. Die Konstruktion im einzelnen nahmen wir auf Grund von zahlreichen Versuchen an Kleinen aus schalldämpfendem Material verschiedenster Konstruktion und Zusammensetzung hergestellten Kasten vor, in deren Inneres wir electrische Glocken unter festem Abschluss nach Aussen hineinleiteten.

Das derart gewonnene Hörprüfungszimmer nun besteht aus drie ineinander geschichteten und durch Lufthohlräume voneinander getrennten Einzelzimmern, deren spezielle Bauart die folgende ist. Die Decke des am meisten nach aussen gelegenen Raumes, so wie der entsprechende Fussboden, bestehen, wie im ganzen übrigen Haus, aus Eisenbeton. Die dazu gehörigen Wände sind 12 c.M. dicke Schwemmsteinwände mit einer 2 c.M. dicken Putzschicht auf ihren Innenseiten. Nach ihnen folgt hierauf ein im Bereich der Wände 6 c.M. breiter Lufthohlraum. An diesen schliesst sich die aus porösen Hohlsteinen (Chamotte) von 10 c.M. Dicke und einer nach innen gelegenen 2 c.M. dicken Putzschicht hergestellte zweite Wand. Die entsprechende Decke ist eine Holzbalkendecke mit der gleichen Putzschicht nach innen wie

die Wände. Der Fussboden No. 2 besteht aus 10—12 c.M. dicken Holzbalken, die mit porösen Hohlsteinen ausgerollt sind. Getragen wird er von kleinen, aus porösen Hohlsteinen erbauten Säulchen, die nach unten und oben durch je eine 1 c.M. dicke Baugewebsplatte, wie sie zum Schutze der Häuser gegen Erschütterungen der Untergrundbahn in Berlin met Erfolg Verwendung fanden, isoliert sind. Es folgt jetzt eine 10 c.M. breite Luft — und darauf eine ebenso dicke, poröse Hohlsteinschicht, die nach innen mit Putz (2 c.M.), einer 2,5 c.M. dicken Holzverschalung und endlich mit einer 2 c.M. dicken Lage von imprägnirtem Filz verkleidet ist. Einer 5—6 c.M. dicken Rahmholzschicht folgen nunmehr Holzlatten (2,5 c.M.), auf die 2—3 c.M. (dünnere an den Wänden, dickere au Fussboden und Decke) dicke Korkplatten aufgenagelt sind. Die Innenauskleidug von Wänden und Decken wird durch weisses, in dünne Latten gespanntes Ledertuch bewirkt, während der Fussboden mit 7 m.M. dickem Korklinoleum belegt ist.

Die grössten Schwierigkeiten bereitete eine genügende Abdichtung der Türen. Es wurden deren im ganzen ebenfalls 3 angebracht, von denen die beiden äusseren aus Holz mit Filzfütterung und Ledertuchbezug bestehen. Jede dieser beiden enthält eine grosse Glasscheibe. Die nach innen gelegene ist in ihrer ganzen Peripherie mit einem Pneumatikreifen bekleidet, der mit Leinwand bespannt ist. Aehnlich der entsprechenden Vorrichtung in Geldschränken greift beim Schliessen je ein Riegel nach oben und unten in den Türrahmen ein.

Durch diese Vorrichtung wird ein vollkommen luftdichter Abschluss der betreffenden Tür erzielt. Um diese schallsichernde Wirkung aber zu einer absoluten zu machen, bedurfte es noch der Anbringung einer dritten Tür aus gepresstem Kork. Damit war das gesteckte Ziel der Herstellung eines vor jedem Aussenlärm geschützten Hörprüfungszimmers endgültig erreicht. Die Länge des auf diese Weise gewonnenen Raumes beträgt 5,70 M.

. . . . . .

Um nun durch Wasserleitungs —, Heizungs — und electrische Leitungsröhren die mühsam erreichte Schallsicherheit des Raumes nicht wieder illusorisch zu machen, wurde auf Anbringung einer Wasserleitung vollständig verzichtet. Die Beleuchtung wird mittels Akkumulatoren und durch eine Decken- und Stehlampe in ausreichender Weise vorgenommen. Eine Beheizung hat sich als überflüssig erwiesen, da das Zimmer auch im Winter dauernd eine gleichmässig warme Temperatur von 18° C. aufweist. Die Ventilation geschieht in volkommen hinreichender Weise durch dauerndes Offenstehenlassen der Türen in den hörprüfungsfreien Intervallen."

In eene correspondentie met Prof. Voss over deze geruischlooze kamer schreef hij mij, dat er nog *iets* van een waterleiding te hooren was, doch in een volgenden brief deelde hij mij mede, dienaangaande nog eens een opzettelijke proef te hebben ingesteld, met inachtneming van alle voorzorgen en dat er van die waterleiding, ook als er kranen openstonden, niets te hooren was. De kamer was *absoluut geruischloos*.

In het Psychologisch Instituut te Groningen is door Prof. Heymans [1]) een werkkamer tot rustige kamer gemaakt. Heymans beschrijft deze als volgt:

„Van de beide tot dusver in gebruik genomen werklokalen is het eene 8 × 6, het andere 6,5 × 5,5 M. groot; een gang ter breedte van 2 M. voert langs het eene naar het andere. Van deze beide localen is het kleinste als licht- en geluiddichte kamer ingericht. Zoo gemakkelijk als uitsluiting van licht, zoo moeilijk is uitsluiting van geluid te bewerkstelligen; voor psychologische onderzoekingen is het echter in verreweg de meeste gevallen

[1]) G. Heymans. Het Psychologisch Instituut. Overgedrukt uit Academia Groningana. Gedenkboek ter gelegenheid van het derde eeuwfeest der Universiteit te Groningen.

voldoende, wanneer geluiden van buiten zoover worden verzwakt, dat zij niet meer de aandacht trekken en op de andere geluiden, waarmee geëxperimenteerd wordt, geen merkbaren invloed uitoefenen. Meer dan dit (hetwelk voor een vertrek van deze afmetingen onevenredige hooge kosten veroorzaakt zou hebben) werd niet nagestreefd, maar dit werd dan ook in voldoende mate bereikt. Daartoe werd de kamer in de eerste plaats aan de zijden, waar zij aan de buitenwereld en aan den corridor grenst, van een isoleergang voorzien, tengevolge waarvan het overschietende gedeelte thans aan alle kanten door ruimten (werklokaal, gang, isoleergang) is omringd, die gedurende de proeven volkomen stil kunnen worden gehouden. Verder zijn de vier muren, die dit overblijvende gedeelte omsluiten, allen uit een baksteenlaag, een spouw, een drijfsteenlaag en een dubbele kurklaag samengesteld, terwijl ook de betonvloer en de zoldering met een dubbele kurklaag zijn bedekt en de verbinding met den gang door een dubbele, op soortgelijke wijze verzorgde deur wordt afgesloten. En eindelijk zijn nog (tevens als middel om resonantie te voorkomen) dikke gordijnen langs vier muren aangebracht. Op deze wijze is een ruimte verkregen, waarin, zonder gevaar voor storing door indrukken van buiten, onderzoekingen, waarbij licht of geluidsgewaarwordingen een rol spelen, op behoorlijke wijze kunnen worden uitgevoerd. Het overblijvende bezwaar, dat het n.l. in een geheel van de buitenwereld afgesloten ruimte allicht muf en onfrisch zou worden, werd ondervangen, door in den muur tusschen deze kamer en den isoleergang, tegenover de toegangsdeur, een vierkante opening van $0{,}8 \times 0{,}7$ M. aan te brengen; zoolang de kamer niet gebruikt wordt, kunnen door deze opening en de opengezette deur lucht en licht binnendringen, terwijl zij bij de proeven door een tusschen twee planken geklemd dik kussen voor licht en geluid van buiten afgesloten kan worden."

Dit werklokaal moge voldoende stil zijn voor het doel, dat

Prof. Heymans beoogt (wat ik niet kan beoordeelen), van een geruischlooze kamer kan men hier volstrekt niet spreken. Het loopen in den grooten corridor van het Academiegebouw en ook het laten vallen van een knikker aldaar, worden in het werklokaal zeer duidelijk gehoord. De groote fout zit hier, zoo goed als zeker, in den gemeenschappelijken vloer van gewapend beton. Het (niet ingewilligde) verzoek van den assistent aan den architect, dien vloer rondom het werklokaal door te hakken en de wanden van het vertrek te laten dragen door een ringmuur vanuit het sousterrain, moet als zeer juist worden aangemerkt. De inwilliging ervan zou de waarde van het werklokaal zeer zeker sterk verhoogd hebben.

Naar ik vernam, zou er in het Städtische Krankenhaus te Mannheim een geruischlooze kamer zijn. De Directeur schreef mij echter, dat dit plan door den oorlog was uitgesteld en thans, om oeconomische redenen, geheel van de baan was.

Over de hoedanigheid van zulk een vertrek te St. Petersburg heb ik, onder de tegenwoordige omstandigheden, in het geheel geen schriftelijke inlichtingen kunnen krijgen. Volgens mondelinge mededeelingen moet daar door Pavlov een geruischlooze kamer ingericht zijn, geheel gebouwd volgens het advies van Zwaardemaker en moet het resultaat zeer goed zijn.

Van de geruischlooze kamer in de Königl. Universitäts-Klinik und Poliklinik für Ohren-, Nasen- und Kehlkopfkrankheiten in Erlangen geeft Prof. Dr. A. Scheibe [1]) de navolgende korte beschrijving. „Die Schallsichere Kabine ist nach Voss gebaut und $3^1/_2$ m. : $2^1/_2$ m. gross . . . . . Die Ventilation geschieht durch ein Fenster der Aussenfront, das durch einen schmalen Gang von der dreifachen Tür der Schallsicheren Kabine getrennt ist und sich als genügend erwiesen." —

[1]) Archif für Ohren-, Nasen- und Kehlkopfkrankheiten. Band 100.

Verder vermeldt hij er niets van. Uit de bijbehoorende teekeningen van het gebouw blijkt nog, dat die kamer op den beganen grond gebouwd is.

Als slot wil ik nog melding maken van een grootendeels mislukte proef van mijzelf in het Homoeopathisch Ziekenhuis te Oudenrijn. [1])

Ik had in dit ziekenhuis een geruischlooze kamer ontworpen op de étage, tusschen de zeer rustige apotheek, waar alleen ikzelf werkte, en een reserve-badkamer. Om dit vertrek van den grooten corridor te scheiden, had ik een voorportaal ontworpen. Van buiten af vreesde ik (zooals bleek, terecht) geen gevaar in deze rustige omgeving. Wat de architectonische uitvoering aangaat, laat ik hier de beschrijving van den architect volgen.

Hij schrijft:

„De afmetingen der kamer zijn, zooals men op de teekening „kan zien, 2.72 × 3.58 M. Het vóórportaaltje 1 M. diep en 1 M. „breed met terzijde eene ruimte voor waschbak; aan de andere „zijde bevindt zich een kast".

„Zoowel de buitenste als de binnenste deur zijn van dubbele „houtdikte van 3½ c.M. Met tusschenruimte van 2 c.M. is hier „tegenaangebracht een vlakke beklamping van hout, zwaar 4½ c.M."

„De deur tusschen portaal en kamer is op gelijke wijze gecon„strueerd, maar hier is de houtzwaarte van het randhout aan „de kamerzijde alsmede van de vlakke beklamping aan de „portaalzijde 3½ c.M.; het paneel aan de kamerzijde 2.8 c.M. dik."

„In de geheele ruimte (kamer en portaal) is eerst, nadat de „muren vlak waren uitgeraapt en rachels waren aangebracht, „rondgaand een kurkplaat aangebracht. Zooals men kan zien is „deze aan de gangzijde en aan de raamzijde, alsmede aan den

[1]) Iets over het geluidsvraagstuk in ziekenhuizen in het algemeen en over de geruischlooze kamer in het bijzonder, door J. I. A. B. van Royen, Arts te Dordrecht. Overgedrukt uit: „Het Ziekenhuis". No. 1 en 2, 1919.

„eenen zijwand, die 0,11 M. zwaar gemetseld was, 8 c.M. dik „genomen, terwijl aan den anderen zijwand dit eene dikte had „van 22 c.M., een kurkplaat van 6 c.M. zwaarte is toegepast. „De wand tusschen portaal en kamer is geplaatst tusschen de „hulpplaten, en samengesteld uit dubbel schotwerk, alzoo twee= „maal houtzwaarte van 3 c.M. met tusschenruimte van 4 c.M."

„Op de kurkplaten en op het slotwerk zitten weer tengels, „waarop de bespanning is aangebracht".

„De ramen waren bezet met 2 spiegelruiten achter elkaar, elke „ruit ter dikte van 1½ c.M.; tusschenruimte eveneens 1½ c.M."

„De betonvloer was afgewerkt met een z.g. kurkestrich=onder= „grond ter dikte van 1½ c.M.; hierop kurklinoleum, dik 7 m.M."

„Tusschen de balken van den zoldervloer waren gipsplaten „aangebracht; tegen de balken een gestucadoord plafond. Hier= „onder regels, waartegen opnieuw een gestucadoord plafond".

Het resultaat van deze onderneming was tamelijk slecht. Wel was het in dit vertrek veel stiller dan in eenig ander van het ziekenhuis, doch daarmee is ook alles gezegd. Men kon er hooren, dat er in de theekeuken, die op de leege badkamer volgde, gewerkt werd. Men kon hooren, dat er in den corridor, op tamelijk grooten afstand, geloopen werd.

De oorzaak van de mislukking zat in de constructie van de vloeren. Deze waren gemaakt van Siegward=balken. Dit zijn holle betonbalken, die mannetje aan mannetje naast elkaar gelegd worden ter afdekking van eene étage. De bovenkant wordt dan met terrasso of dolement bedekt en de onderkant bepleisterd als plafond. Deze afdekking gaat in één stuk door over de geheele étage, zoodat die geheel als een groote doos wordt afgesloten. Op deze laag worden de muren verder voortgebouwd. Zoo althans doet men het hier te lande. Thans weet ik (wat ik toenmaals nog niet wist), dat men in Duitschland over deze balken eerst een zandlaag legt en pas daarop den sanitairen vloer. Zooals die vloer hier geconstrueerd was, resonneerde

iedere voetstap in zulk een balk, en die resonance werd er door versterkt gelijk het geluid van een snaar door de vioolkast. Al die balken waren gelijk gestemd, namen den toon gretig over en plantten dien voort in de muren, die er op rustten.

Om dezen diepen, zwaren toon te dempen zouden andere middelen aangewend moeten worden, dan ik voor mijn geruischlooze kamer gebruikte. Voor bijzonderheden moet ik naar het bovengenoemde geschriftje verwijzen.

HOOFDSTUK III.

Acoustiek en gehoorigheid in de ziekenhuizen te Dordrecht.

Het is de bedoeling, in dit hoofdstuk eene zoo goed mogelijke beschrijving te geven van de gehoorigheid in de ziekenhuizen in de stad mijner inwoning. Deze beschrijving berust alleen op zoo nauwkeurig mogelijke, persoonlijke waarneming, zonder gebruik van meettoestellen van welken aard ook. Ik heb mij hiertoe beperkt om de eenvoudige reden, dat voor het gebruik van zulk een toestel voor mij geen gelegenheid bestond. Een groot voordeel zou, mijns inziens, het onderzoek met b.v. een toestelletje van Rayleigh, dat dan nog in de eerste plaats daarvoor in aanmerking zou komen, toch ook niet gehad hebben. Hoofdzaak was: een goeden indruk en een goed overzicht te krijgen van de gehoorigheid.

Het eerste ziekenhuis, dat ik onderzocht, was het nieuwe *Stedelijke Ziekenhuis.*

Dit is gebouwd volgens corridor-palviljoen-systeem.

Een gang van 120 M. lengte en 2,75 M. breedte loopt nagenoeg in de richting N.W.—Z.O. Hierop staat loodrecht, in de richting N.O., een verbindingsgang van dezelfde breedte en 45 M. lengte. Deze tweede gang leidt naar het oeconomie-gebouw, alwaar ook de slaapkamers der zusters zijn. Loodrecht op de eerstgenoemde lange gang steken twee zieken-paviljoens uit in de richting Z.W. Deze paviljoens ontvangen dus van drie zijden licht, en zij zijn in twee étages gebouwd. Op iedere étage vindt men hier, in volgorde vanaf de gang, de navolgende vertrekken: 1°. een hal, met omringende kleine patiëntenkamers, 2°. een groote ziekenzaal van 15,75 × 8,50 × 4,30 M., 3° een kleine hal waarop badkamers uitkomen en 4° een kleine ziekenzaal van 8,50 × 8,50 × 4,30 M.

In de „Inleiding" heb ik op pag. 13 gezegd, dat in het algemeen in een ziekenhuis de gangen den grootsten inhoud hebben van alle aanwezige ruimten. Ter illustratie zij hierbij meegedeeld de verhouding in dit ziekenhuis. De vloeren van de gangen hebben eene totale oppervlakte van 592 M.², terwijl de oppervlakte van den vloer in de grootste ziekenzaal slechts 133,87½ M.² bedraagt. Waar de hoogte van de zaal en die in de gangen bijna gelijk zijn, geven deze getallen ook ten naaste bij de verhouding der resp. inhouden weer.

De buitenmuren van het ziekenhuis zijn met een spouw gebouwd, de binnenmuren niet.

Het vloer-zoldering vraagstuk is hier als volgt opgelost.

In de gangen en in de hallen, die naar de ziekenzalen leiden, is eenvoudig een zoldering (plafond) van gewapend beton, ter dikte van 8 à 9 cM., waarover een laag terrasso van 3 cM. dikte.

In de zalen is het anders gedaan. Daar liggen dwars eroverheen zware beton balken, om te dragen. Daarop rust een betonvloer van 8 à 9 cM. dikte, waarop weer een z.g. isoleerlaag van 5 cM., bestaande uit een mengsel van puimsteen, sinters en zand, doch dat mengsel werd nog geïmpregneerd met cement en water, waardoor weer een vaste massa ontstond. Over deze laag is weer een laag van 3 cM. terrasso. Halfweg de dikte der balken rust nog, op latten, een z.g. verlaagd plafond.

In de gangen heeft men hier en daar en op het kruispunt zelfs naar vier richtingen, tochtdeuren aangebracht Deze zijn zeer mooi geconstrueerd en voorzien van Lips-patent-deurveeren Zij kunnen naar twee zijden openslaan, wat heel gemakkelijk gaat, door er maar tegenaan te loopen. Duwt men ze echter verder open dan 90°, of wel gooit men ze met een vaartje zoover, dan blijven zij open staan. De toegang van de groote gang naar de zieken-paviljoens is ook door zulke dubbele deuren afgesloten en bij den overgang van de voorhal naar de groote zaal zijn er

weer. Eveneens is er zulk een dubbel stel bij den overgang van groote zaal naar kleine zaal.

Tegenover de ziekenpaviljoens zijn electrische liften, waaromheen de trappen gebouwd zijn.

De acustische toestand van het gebouw vóór de meubileering was als volgt.

In de groote ziekenzalen duurde de nagalm 6½ seconde.

Het bepalen daarvan heb ik steeds op dezelfde wijze gedaan, n.l. door het kort en krachtig uitstooten van een „oa"-geluid en wel steeds op dezelfde toonhoogte. Na eenige oefening was het niet moeilijk, dit steeds gelijk te doen. (zie ook bij het hoofdstuk over Gothiek.)

In de kleine ziekenzaal was de nagalm 5 sec. In de gangen varieerde hij tusschen 3 sec. en 4½ sec.

Het loopen op de étage werd door mij beneden zeer duidelijk en krachtig gehoord, ook als alle deuren gesloten waren. Terwijl ik midden in de groote benedenzaal stond, hoorde ik den helper reeds vanaf de bovengang naderen en dat contact-geluid werd steeds sterker, hoe dichterbij hij kwam. Ja, wanneer hij met zwaren huzarenpas midden over de bovenzaal liep, voelde ik zelfs in den vloer waarop ik stond, duidelijk een zachte veering.

Buitengewoon hard schreeuwen werd echter, als alles goed dicht was, nauwelijks gehoord.

Bij een proefneming in de gang was het loopen boven mijn hoofd natuurlijk ook zeer duidelijk te hooren, doch, merkwaardig genoeg, niet krachtiger dan bij het loopen over de zaal. Ook bij herhaaldelijk vergelijken was geen verschil te hooren. De isoleerlaag en het verlaagd plafond hadden dus op de voort-planting van het contact-geluid geen aantoonbaren invloed.

In de gang was het geluid van spreken en schreeuwen naar boven en naar beneden zeer duidelijk te hooren, doch hier was ruime luchtverbinding langs de ruime trappen en door de holte voor de lift.

Na meubileering van de ziekenzalen, doch vóór dat het gebouw betrokken was, controleerde ik alle waarnemingen. In de groote zaal waren de ledikanten geplaatst en van alle beddegoed voorzien. De gordijnen hingen ook. De nagalm, die daar vóór de meubileering $6^1/_2$ sec. was, was nu tot $1^1/_2$ sec. ingekrompen. De kleine zaal was niet gemeubileerd.

In de gangen was de nagalm natuurlijk nog dezelfde.

Een derde onderzoek stelde ik in, nadat het ziekenhuis in exploitatie gebracht was. Ik ging eerst op bezoekuur. In de gangen stonden alle tochtdeuren wijd open. Eveneens de deuren tusschen gang en hal en tusschen hal en groote ziekenzaal. Volgens zeggen der verpleegsters zouden die deuren altijd openstaan, doordat zij bij het passeeren steeds tot op 90° komen en dus dan open blijven.

Wat op dat tijdstip de geluidsquaestie aangaat, diene het volgende: In de ziekenzaal was een zwaar gegons van de stemmen der bezoekers. Desniettemin was de electrische motor van de lift, die in het sousterrain geplaatst is, daar boven uit te hooren. Het dichtslaan van het lifthek kletterde als een harden en nijdigen slag door het gebouw. Onmiddellijk daarop galmde het verzetten van een emmer, door een in de gang werkende dienstbode, door gangen en zaal, hard boven alle gedruisch en rumoer uit. — Het verschuiven van een stoel in de bovenzaal klonk hard naar beneden. Het sluiten van een gewone (niet veerende) deur van een der patiënkamers, die op de hal uitkomen, dreunde als een zware slag met zwaren nagalm, door het geheele ziekenhuis.

Mijn vierde observatie deed ik eenige dagen later, op een rustigen zomeravond, dus zonder het gegons der bezoekers. De lift werd weer in beweging gesteld, terwijl de deuren van gang naar hal en van hal naar ziekenzaal zoolang gesloten gehouden werden. — Het dichtslaan van het lifthek was nu in de ziekenzaal niet te hooren. Het brommen van den motor wel, doch zeer zwak. Het loopen over de bovenzaal was nu ook even hard en

hinderlijk als bij de eerste beide proeven. Het verschuiven van een stoel boven gaf beneden zulk een hard geluid, dat naar mijn overtuiging, als het 's nachts gebeurde, verreweg de meeste slapende menschen er door zouden ontwaken.

Ik kon, aan het ééne einde van de zaal staande, spreken met eene verpleegster, die aan het andere einde stond, mits ik zacht sprak. Bij eenigszins harder spreker werd het echter onverstaanbaar.

In de gang waren intusschen rubber loopers gekomen. Veel invloed had dit echter niet op het dreunen bij het loopen, wat het best te vergelijken was, door het te observeeren vanuit het sousterrain, waar het het stilst is. Waarschijnlijk is die verbetering zoo gering doordat deze loopers te dun zijn (3 m.M.).

Het dichtslaan van de deur eener badkamer, die op de gang uitkomt, klonk als een donderslag door het gebouw, op dat oogenblik te meer treffend, omdat er rust en stilte in huis gekomen was. —

Bij het snijpunt van de beide gangen is een hal, met onregelmatig zeshoekig grondvlak. Deze hal wordt naar 4 zijden door de meergenoemde veerende tochtdeuren ingesloten. Als deze deuren openstaan, is de nagalm hier het sterkst te hooren. Sluit men die deuren, dan hoort men, bij gewoon spreken, dien nagalm niet. Toch is het in deze ruimte dan nog haast niet mogelijk elkaar te verstaan. In sterkere mate dus dezelfde toestand als in de groote ziekenzaal en dezelfde bevinding als in vele glad afgewerkte operatiekamers. De opmerking van Sabine en van Marage, dat de tijd van den nagalm een maat geeft voor de acoustiek van een vertrek of zaal, is wel zeer juist, doch dit is toch *niet* de *eenige* maat. De *kracht* er van is stellig van even groot belang. Exner is de eenige geweest, die de kracht van den nagalm op willekeurige oogenblikken bepaalde. Het wil mij voorkomen, dat voor de goede oplossing van het vraagstuk der acoustiek een voortzetting en uitbreiding van die proeven ten

zeerste gewenscht is. Ikzelf ben, althans onder te tegenwoordige omstandigheden, helaas niet in de gelegenheid zulks te doen.

In dit ziekenhuis zijn twee operatiekamers, waarvan er voorloopig slechts één in gebruik is. Deze laatste heeft een zuiver rechthoekig grondvlak van 6 × 6,50 M. De hoogte is, naar mijn taxatie, ruim 4 M. De wanden zijn van cement en glad afgewerkt. De N. O. wand is geheel tot raam gemaakt, de N. W. wand is gedeeltelijk van glas, voor eventueele communicatie met het aangrenzende vertrek. De zoldering is van glas, de vloer van terrasso. Voor verwarming zijn er gewone radiatoren. — In deze operatiekamer duurt de nagalm 4 sec.

De tweede operatiekamer heeft als grondvlak ook een regelmatigen rechthoek en wel van 7 × 4,50 M. Hier is slechts één glazen wand. Afwerking overigens gelijk. De nagalm duurt hier 5 sec.

Voor en aleer ik afstap van de beschrijving van dit ziekenhuis, moet ik eene merkwaardige waarneming mededeelen. Jammer genoeg heb ik die niet zelf kunnen controleeren, maar zij is toch te merkwaardig om onvermeld te laten. — Doordat het ziekenhuis, bij het in gebruik nemen, nog niet geheel voltooid was, moesten er nog allerlei werkzaamheden plaats hebben. Daarom moest op een nacht de bedrijfsleider het bad naast de lift vol laten loopen. De kamerdeur was gesloten en het raam gedeeltelijk geopend. Het geruisch van het stroomende water drong zoo sterk door, dat de verpleegsters, die in het oeconomie-paviljoen sliepen, er allen door ontwaakten. Langs de gangen gemeten is de afstand gemiddeld 70 M.

Ik heb niet te weten kunnen komen, of 's nachts al die tochtdeuren ook openstonden. — Ik moet er nog bij vermelden, dat in dit ziekenhuis ijzeren badkuipen zijn, die echter geheel ommetseld en bekleed zijn en zoodoende een vast geheel uitmaken met den vloer.

Het is natuurlijk niet geoorloofd, zulk een proef opzettelijk

te nemen, wat echter de eenigste wijze zou zijn om te onderzoeken, waarlangs zich dit geluid voortplantte.

Het tweede gebouw dat ik onderzocht, was het *Ziekenhuis* der *Dordtsche Vereeniging voor Ziekenverpleging*. Dit ziekenhuis is nog nieuw (geopend Januari 1916) en geheel modern gebouwd, door denzelfden architect die later het nieuwe Stedelijke Ziekenhuis bouwde. Ook dit is gebouwd volgens het corridor-paviljoensysteem. In het midden is het oeconomiegebouw, waarin alles is ondergebracht wat tot het huishoudelijke behoort. Rechts en links hiervan zijn, als vleugels van een groote vliegmachine, de ziekenpaviljoens geprojecteerd. Voorloopig is alleen nog maar de linker vleugel gebouwd. Men bereikt dit paviljoen door vanuit het midden van het hoofdgebouw, vanuit de hal, een gang door te gaan, die aan weerszijden ramen heeft en die aan beide einden met een veerende deur, welke naar twee kanten open kan slaan, is afgesloten. Deze veerende deuren blijven niet, zooals in het Nieuwe Stedelijk Ziekenhuis, bij 90° openstaan, doch vallen van zelf weer dicht. In dit ziekenhuis ziet men dan ook als regel de deuren gesloten. — In het midden van het paviljoen loopt een gang in het verlengde van den genoemden verbindingsgang. Deze gang is circa 27 M. lang en 2,40 M. breed. Rechts van de gang zijn de ziekenkamers, met het uitzicht bijna op het Zuiden. Iedere kamer is ingericht voor slechts twee patiënten. Links van de gang vindt men eerst eene verbreeding, waarin de groote trap, daarna de electrische lift en weer een halvormige verbreeding, waaromheen badkamer, theekeuken, kamertjes voor de wacht etc. Aan het einde van de gang links zijn nog een paar kleine ziekenkamertjes.

De eerste étage is op soortgelijke wijze ingedeeld. Op de tweede étage zijn geen vertrekken meer voor patiënten, doch is alles bijeen wat de chirurg voor zijn arbeid behoeft.

De buitenmuren zijn met spouw gebouwd, de binnenmuren

echter niet. Voor zoldering is alles afgedekt met een laag gewapend beton. Aan de bovenzijde, waar deze laag dienst doet als vloer, ligt linoleum. Dit is door het geheele paviljoen zoo. Alles is met linoleum bedekt, kamers, gangen en trappen. In het operatiegedeelte is dit echter vervangen door terrasso.

Het ziekenhuis ligt in een zeer rustige omgeving, op hetzelfde terrein als het Stedelijk Ziekenhuis. Van buiten af komen dan ook, practisch gesproken, geen geluiden naar binnen.

De ziekenkamers zijn zooals reeds gezegd gemaakt voor twee bedden. Telkens zijn zij echter, twee aan twee, dwars en suite gemaakt, zoodat men desgewenscht er één klein zaaltje van kan maken. De afsluiting heeft plaats door het neerlaten van een schotwerk.

Wat de gehoorigheid betreft, zij het volgende meegedeeld. In de gang van het paviljoen duurt de nagalm 1 ½ sec. Bij eenigszins zacht loopen hoort men daarvan niet veel, doch loopt men er met flinken mannenpas, dan hoort men zijn stap wel dreunen.

Voor een observatie zette ik mij in een leege kamer neer. Was de deur geopend, zooals in dit ziekenhuis 's winters nog wel eens het geval schijnt te zijn, dan hoorde ik het loopen der zusters in de gang zeer duidelijk. Het spreken van twee personen in de gang was niet goed te verstaan, dank zij eenigen nagalm. Het sluiten van een deur dreunt met nagalm. Het neerzetten van een emmer met ijs, gaf een onaangenaam en hinderlijk geklepper. Het openen en sluiten van het lifthek en van de liftdeur klonk hard door het huis. Het brommen van den motor was wel te hooren, doch slechts zacht. Het loopen in de bovengang was zeer duidelijk hoorbaar. Als ik de kamerdeur sloot, waren natuurlijk alle geluiden van uit de gang belangrijk zwakker, maar toch nog wel te hooren. Het loopen in de bovengang was dan echter schijnbaar duidelijker, waarschijnlijk door de tegenstelling met de geluiden van beneden. Ook het loopen in de kamer boven mij was zeer duidelijk, maar niet sterker dan het

loopen in de bovengang. Het optrekken van de overgordijnen in het bovenvertrek werd beneden even duidelijk gehoord, alsof het in het benedenvertrek zelf gebeurde. Zacht spreken der helpende zuster kon ik beneden niet hooren en hard spreken was natuurlijk niet geoorloofd, wegens het bezet zijn der aangrenzende kamers. Hoe practisch om andere redenen wellicht dat combineeren van twee kamers moge zijn, die afsluiting alleen met een schotwerk maakt, dat het tusschen twee zulke kamers onderling al zeer gehoorig is. Die gehoorigheid van boven naar beneden voor alle contactgeluiden moet onder sommige omstandigheden wel zeer hinderlijk zijn. Naar ik van patiënten, die ik in dit ziekenhuis behandelde, vernam, moet men er dan ook veel hinder van hebben, als er in huis een erg onrustige patiënt is.

Daarna begaf ik mij naar een klein kamertje aan de Noordzijde en aan het eind van de gang. Dit vertrekje is vlak onder de kleine operatiekamer, die met terrasso bevloerd is. Als de helpende zuster hier liep, was dat beneden zeer duidelijk te hooren, even erg als het loopen boven mijn hoofd in het Stedelijk Ziekenhuis. Ook het verschuiven van meubilair klonk even hard en onaangenaam, zooals men dat alleen bij terrassovloeren heeft.

De groote operatiekamer heeft een grondvlak, dat 6,50 × 7 M. groot is. Het is niet geheel rechthoekig. Langs den buitenmuur is het groote raam als een ondiepe erker uitgebouwd, waarvan het grondvlak trapeziumvormig is. Naar het raam ziende, is de wand aan de linkerhand ten deele als een rechthoekige nis, zoodanig, dat de voorzijde van de waschbakken die daarin staan in rechte lijn komen met de rest van den muur.

De muren zijn ter halver hoogte met doffe tegels bekleed; daarboven zijn zij geverfd. De zoldering is niet van glas, doch ook van geverfden steen (of hout?) en aan de kanten ten deele als schuin dak. Het bovenste deel van het vertrek heeft dus het model van een afgeknotte piramide.

Voor de verwarming zijn plaatradiatoren geplaatst.

Bij het bekloppen van de zijwanden hoort men een gedempt-tympanitischen toon en voelt men die wanden licht daveren. — De vloer is van terrasso. De hoogte van het geheele vertrek is, naar taxatie, ruim 4 M.

De nagalm duurt hier 2 sec. Voor zulk een groote operatie-kamer is dit opvallend kort, en het verschil met den nagalm in de operatiekamer van het Stedelijke Ziekenhuis, die nog wel kleiner is, zeer treffend. De oorzaak moet wel zitten in het eenigszins onregelmatige model en waarschijnlijk nog meer daarin, dat de muren minder geluid terugkaatsen.

Alles goed overwegende kan men den acustischen toestand van dit, overigens «first class» ziekenhuis, niet schitterend noemen. Vergeleken met het nieuwe Stedelijke Ziekenhuis is de gehoo-righeid hier echter zeer gering, en voor een modern gebouwd ziekenhuis mag men tevreden zijn. Een goede maatregel was het beleggen van het geheele zieken-paviljoen met linoleum, waar-door het loopen niet zeer hard klinkt. Dat ook de trappen be-kleed zijn is zeer aangenaam. Ook was het een goede maatregel, het paviljoen door middel van twee veerende deuren van het hoofdgebouw af te sluiten. Deze eenvoudige deuren voldoen dus veel beter dan die welke schijnbaar zooveel mooier zijn, doch open blijven staan.

In de derde plaats onderzocht ik de *François Heyting Baesjou-Stichting*. Dit is een klein ziekenhuisje, als uitbreiding van het St. Jacobs-gesticht. Het is 5 à 6 jaren oud. Men komt door de voordeur in een gang die circa 14 M. lang en 1,60 M. breed is. Het achterste deel hiervan is halvormig verbreed. Hierop komen lift, trappen en een klein kamertje uit, en hier is de telephooncel geplaatst. Aan het achtereind zijn twee veerende deuren, die toegang geven tot een tweede gang, van 10 M. lengte en een breedte van 1.60 M. Deze loopt in dezelfde richting als de voorgang, doch niet precies in het verlengde er

van. Direct rechts van de voorgang is een ziekenzaaltje van 9 × 6 M., met adnexa. Links en rechts van de achtergang zijn een zestal eerste- en tweede-klasse kamertjes.

Boven is het aan de voorzijde juist zoo als beneden, dus weer een zaaltje met bijbehoorende vertrekken, doch achter, dus boven de eerste en tweede klasse, is de groote operatiekamer met toebehooren. In de gangen en in de operatie-afdeeling zijn de vloeren van terrasso, doch in de zaaltjes en kamertjes ligt linoleum.

In de gangen duurt de nagalm 1½ sec. In de zaaltjes is geen nagalm, althans niet aantoonbaar bij een voorzichtig probeeren, zooals dat slechts geoorloofd is in een vertrek, waar zieken liggen.

Terwijl ik op bezoekuur in het benedenzaaltje zat, hoorde ik bezoekers wel boven mijn hoofd loopen, doch slechts zeer zacht, en alleen bij goed luisteren te hooren. Luchtgeluiden gaan hier niet door vloer en zoldering heen. Wel heb ik vernomen, dat men hier nog al hinder heeft van onrustige patiënten op een andere étage, maar dan steeds, doordat er deuren open staan.

Bij meting in het trappenhuis bleek mij, dat de zoldering 35 c.M. dik is. Waar deze zoo weinig contact-geluid doorlaat, interesseerde het mij zeer hoe zij gemaakt is. Zeer tot mijn spijt heb ik dienaangaande geen opheldering kunnen krijgen, ook niet na informatie bij den architect.

Zoo goed als de isolatie voor geluid is tusschen de beide zaaltjes, zoo slecht is die tusschen eerste- en tweede-klasse en operatie-afdeeling. Toen ik mij in een kamertje neergezet had (het eerste direct bij de tochtdeur), hoorde ik de helpende zuster heel duidelijk boven mijn hoofd op zachte pantoffels loopen. Verschuiven van meubilair maakte precies hetzelfde harde en onaangename lawaai als in de beide eerst-beschreven ziekenhuizen. Dit eerste kamertje is door een muur van de groote hardsteenen trap gescheiden. Die zelfde muur draagt echter

tevens de treden. Het loopen en schuifelen op de trap klonk in dit kamertje zeer luid, ja veel luider dan wanneer men in de hal zelf er vlak bij staat. De kamerdeur stond open, doch de tochtdeur was gesloten. Toch hoorde ik duidelijk alles, wat er in de vóórgang gebeurde.

De tochtdeuren blijven hier niet open staan, doch vallen weer dicht, tenzij men ze vast zet met een veer, die men met kracht naar beneden kan slaan. Dit neerslaan geeft echter een harden slag door het gebouw. Beneden is er slechts één zoo'n stel deuren, doch boven, in de operatie-afdeeling, zijn er meerdere. Dat neerslaan geschiedt dus boven de hoofden der eerste- en tweede-klasse-patiënten en in het gehoorigste deel van het huis. De tegenstelling tusschen voor en achter is hier wel groot.

De operatiekamer heeft een zuiver rechthoekig grondvlak, is 7,50 M. diep, 5,50 M. breed en ongeveer 5 M. hoog. De vloer is van terrasso, de wanden van steen en geverfd, met uitzondering van den buitenmuur, die geheel van glas is. Het plafond is over de voorste helft van glas en over de achterste van geverfden steen of kalk. De nagalm duurt hier $3^3/_4$ sec. Als men dat zoo neerschrijft, klinkt het niet zoo erg, doch bij ondervinding weet ik, dat als bij een operatie er een drietal waterkranen loopen, men elkaar haast niet kan verstaan.

Het laatste ziekenhuis dat ik hier onderzocht, was de *Inrichting voor Diaconessen*. Dit was voorheen een groot en deftig heerenhuis van circa 130 jaren oud. Het is zeer diep en, naar verhouding, smal gebouw. Een gang van 33 M. lengte, doch met een breedte van slechts 1.30 M., loopt van voren naar achteren. Slechts aan één zijde van deze gang sluiten zich de kamers aan en wel naar de Z.-W. zijde. Zoo diep als de voorkamer gaat, is de gang tot 2 M. verbreed en dat deel is met een gewone deur, die doorloopend openstaat, afgescheiden.

Halfweg de gang is een trappenhuis. De vloer is van marmer

en met een cocoslooper belegd. Op de trap ligt een soort van wollen looper. De nagalm duurt in deze gang $1^1/_2$ sec.

Beneden zijn allerlei vertrekken voor huishoudelijke doeleinden en een paar mooie en groote eerste-klasse-kamers, die met openslaande deuren op den tuin uitkomen.

Boven is de gangvloer van hout en met linoleum belegd. Aan weerszijden van het trappenhuis zijn echter glazen tochtdeuren. De gang is dus in drieën verdeeld, waarvan het kleine middelmootje bij het trappenhuis behoort. In de beide lange einden duurt de nagalm nog niet 1 sec.

Op deze étage zijn tweede-klasse kamers en een paar kleine zaaltjes, waarvan een aan de straatzijde en een op den tuin uitziende. Daaraan grenzend is een flinke kamer tot operatiekamer gemaakt en is er eenige ruimte voor voorbereiding.

De vloeren zijn in de ziekenkamers met linoleum belegd. De binnenmuren zijn hier één steen dik, de buitenmuren dikker, doch precies kon ik de dikte niet bepalen. De bovenvloeren rusten op zware balken. Daartusschen liggen, om den ander, de balken, die het plafond dragen. Deze laatste liggen eenigszins lager natuurlijk. Vloer van étage en plafond van beneden staan dus niet anders met elkaar in contact dan via de muren.

Dit is een eenvoudige en practische maatregel tegen gehoorigheid, die vroeger veel toepassing vond. Hoe goed die maatregel is, bleek mij, toen ik mij in een vrije eerste-klasse-kamer ter observatie neerzette. Ik hoorde boven mijn hoofd loopen, doch uiterst zacht; even zacht als het loopen in het bovenzaaltje van de Baesjou-stichting naar beneden klonk. Achterna hoorde ik, dat dat loopen geschied was, omdat er drie kinderen gelijktijdig op de bovenkamer aan het huilen waren. Ik had daarvan niets gehoord.

Toen ik mij in een andere kamer begaf, die onder de met houtcement bekleede theekeuken is, hoorde ik het loopen boven mij wel veel duidelijker. Vergeleken met een modern ziekenhuis was het echter heel gematigd.

Daarna begaf ik mij ter observatie naar een der bovenzaaltjes. Een paar zusters gingen toen eerst flink in de Bestuurskamer, die er onder is, schreeuwen. Daarvan hoorde ik boven niets. Toen ging de Directrice met volle kracht op het harmonium spelen. Als ik mij vooroverboog, zoover, dat mijn hoofd bijna gelijk kwam met de zitting van den stoel, kon ik dat spelen juist even hooren.

Dit voorzaaltje ziet uit op de straat en ontvangt van daar zijn versche lucht, waarvoor er ventilatieroosters gemaakt zijn. Als er een wagen voorbij gaat, geeft dit in het zaaltje wel veel rumoer.

Sommige eerste-klasse-kamers zijn naast elkaar „en suite". Zij zijn dus door groote openslaande deuren gescheiden. Die laten natuurlijk wel veel geluid door, zooals een ieder precies kan beoordeelen, die een huis met een suite bewoont. Afgezien van deze twee ongunstige omstandigheden, steekt dit ziekenhuis, wat de gehoorigheid betreft, zeer gunstig af bij de drie reeds beschreven ziekenhuizen. Moge het al in andere opzichten natuurlijk minder doeltreffend voor een ziekenhuis gebouwd zijn, in dit opzicht is het zeker preferent. Hier kunnen de patiënten tenminste rust genieten. De volgorde waarin ik de Dordtsche ziekenhuizen beschreven heb, geeft ook de volgorde aan in de gehoorigheid, doch tevens de omgekeerde volgorde van hun ouderdom. Het nieuwste is toevallig het meest gehoorig, het oudste het minst.

De operatiekamer springt hier, als gemoderniseerd vertrek, natuurlijk leelijk uit de band. Dit is een rechthoekig vertrek, dat een grondvlak heeft van 5,75 × 4,75 M. en een hoogte van circa 4 M.

Het was vroeger een woonvertrek. De muren zijn er uitgeraapt, met cement glad bepleisterd en de hoeken natuurlijk afgerond. De vloer is van houtcement, rustend op den oorspronkelijken houten vloer. Het plafond is gewoon van kalk of gips, doch nu ook met ronde hoeken. De buitenmuur is nu geheel van glas. In dit vertrek, dat de grootte heeft van een gewoon woonvertrek, duurt de nagalm 3½ sec. Zegge: drie-en-een-halve seconde!

HOOFDSTUK IV.

Eerste oriënteeringsproeven over demping en voortgeleiding van contact-geluid.

Proef 1. In een pakhuis voor bouwmaterialen, hetwelk rustig gelegen is, werden twee ijzeren staven van 4 Meter lengte en 2 c.M. doorsnede op schragen gelegd en met de kopeinden tegen elkaar gedrukt. Aan het eene werd een zware stemvork (F) geplaatst, terwijl ik mijn oor er vlak bij op de staaf legde. Aan het andere uiteinde van de andere staaf, dus ongeveer 8 Meter van mij verwijderd, luisterde mijn assistent. Was voor zijn gehoor de stemvork uitgeklonken, dan was zulks ook voor mij het geval. — Bij wisseling van plaats en functie was het resultaat hetzelfde.

Proef 2. Dezelfde inrichting als bij de eerste proef, doch nu werd er een *looden plaatje* van *2 m.M. dikte* tusschen de kopeinden der staven geplaatst en goed aangedrukt.

Het resultaat was precies hetzelfde als bij de eerste proef, dus alsof er niets tusschen de staven lag.

Proef 3. Weer dezelfde inrichting, doch nu een *looden blokje* van $4^1/_2$ *c.M. dikte* er tusschen geklemd.

De uitkomst was weer dezelfde.

Proef 4. Tusschen de staven werd een stukje *gummi* van *4 m.M. dikte* geklemd. Nu hoorde ik de stemvork een poos langer dan mijn assistent.

Bij wisseling van plaats en functie weer hetzelfde resultaat.

Proef 5. Als bij de vorige proeven, doch nu een stuk *droog leer* van *2 m.M. dikte* tusschen de staven geklemd. Het resultaat was ongeveer hetzelfde als bij proef 4.

Proef 6. Weer dezelfde inrichting, doch nu een stukje *eterniet* tusschen de staven geklemd. Er was tijdsverschil, doch kleiner dan bij de vorige proeven.

Proef 7. Tusschen de staven een *droge baksteen.* Het resultaat was hetzelfde als bij proef 1, dus *geen tijdverschil.*

Proef 8. Een *looden buis* van 8 c.M. wijdte en 5 Meter lengte werd volgestopt met zand en aan de uiteinden met houten proppen gesloten, zoodat de buis niet als spreekbuis dienst kon doen. Nu werd de stemvork aan ééne zijde geplaatst en aan beide einden geluisterd. — De stemvork was weer voor beide personen *gelijktijdig uitgeklonken.*

Proef 9. De stemvork werd met den steel tegen een *halfsteens-muur,* die aan weerszijden bepleisterd is, geplaatst. Aan de eene zijde waar de stemvork geplaatst was, was deze langer te hooren dan aan de andere zijde.

Proef 10. De stemvork werd geplaatst tegen een *niet bepleisterden muur, twee steen dik* (circa 44 c.M.) en waarschijnlijk nog niet absoluut droog (nieuwe Stedelijke Ziekenhuis te Dordrecht).

De stemvork was alleen te hooren op het moment van plaatsing op den muur (door den stoot, dien de trillende steel er dan tegen geeft?).

Proef 11. Het is van algemeene bekendheid, dat de buizen van een centrale verwarming het geluid sterk voortgeleiden. Bij eene opzettelijk daartoe genomen proef bleek mij, dat het geluid van kloppen op den centralen ketel in de vertrekken wordt waargenomen alsof het uit de radiatoren komt.

HOOFDSTUK V.

Tweede reeks van proeven over demping en voortgeleiding van contact-geluid.

Om het meerdere of mindere geleidingsvermogen van verschillende stoffen voor *contact-geluid* nader te onderzoeken, maakte ik daarvan kleine plaatjes, die op een onbehaard deel van den schedel werden gelegd en waarop dan weer de steel van een stemvork werd geplaatst. Onderzocht werden op die wijze: asbest, tiber, klingerit, asphalt en gummi. De bedoeling was, om, als op die wijze de stemvork niet meer hoorbaar zoude zijn, het te onderzoeken plaatje snel weg te nemen, den stemvorksteel direct op den schedel te plaatsen en dan na te gaan, hoelang deze daarna nog hoorbaar zou zijn. Op die wijze zou het mogelijk zijn, de verschillende stoffen onderling te vergelijken. De uitkomst was echter geheel anders dan ik oorspronkelijk verwachtte. Was n.l. voor mijn gehoor de stemvork uitgeklonken en verwijderde ik het plaatje, dan *bleef* de stemvork uitgeklonken, ook zonder plaatje. Ja, sterker, ik kon zelfs opmerken, dat de stemvork iets langer hoorbaar was *met* dan *zonder* plaatje. — Die plaatjes brachten dus, hetzij door beter en meerder contact met den schedel, hetzij door versterking van den toon, door medeklinken van grooter oppervlak, hetzij door beide oorzaken saâm, in elk geval een versterking van het waargenomen geluid te weeg.

Anacustische uitkomsten bereikt men op deze wijze zeker niet.

Een andere methode, eenigszins overeenkomend met de allereerste oriënteeringsproeven, doch meer geperfectioneerd, voerde daarentegen wel tot verzwakking van het geluid.

Ik nam twee einden ijzeren buis uit een stoommachine, 3½ cM. wijd (buitenwerks). Aan één einde van iedere buis zat een flens

van 11 cM. diameter. Beide einden pasten bij elkaar, als twee onderdeelen van één stoomgeleiding. De buizen, die saâm een lengte hadden van 70 cM., werden gevuld met zand en aan beide uiteinden met een prop klei stevig gesloten. Zij konden dus niet meer als spreekbuizen dienst doen. Een plaatje van de te onderzoeken stof werd nu tusschen de flensen gelegd; door middel van een paar stevige touwtjes die door de erin zijnde gaten gestoken waren, werden de flensen tijdelijk vast aan elkaar gebonden, zoodat de buizen met het plaatje één vaste staaf vormden. Aan de beide uiteinden van deze staaf werden zooveel viltlagen en plankjes gelegd, dat het geheel méér was dan 88 cM. Nu werd dit geheel, met behulp van een assistente, geklemd tusschen de posten van de badkamerdeur, die juist 88 cM. tusschenruimte hadden. Door den eenen kant krachtig benedenwaarts en den anderen gelijktijdig bovenwaarts te drukken, totdat de geheele staaf bijna waterpas lag, werd het geheel buitengewoon krachtig tegen elkaar gedrukt. De touwtjes, die eerst de flenzen bijeen gehouden hadden, konden dan gemakkelijk verwijderd worden. Door nu een stemvork op één van de buizen te plaatsen kon ik mij overtuigen, dat er nog wel eenig geluid overging naar den aangrenzenden deurpost, doch niet naar den anderen.

In een naburig klein vertrekje, goed zichtbaar vanaf de plaats van onderzoek, werd een tafeltje geplaatst, met een lap vilt er op, waarop weer een metronoom werd gezet, die op ½ seconde was ingesteld. Deze metronoom werd overdekt met de stolp eener pendule en deze op haar beurt weer door een doos, die een beetje grooter was en aan de vóórzijde voorzien was van een glasruitje. Door deze maatregelen was het tikken van den metronoom niet hinderlijk meer.

Bij de eerste proeven plaatste ik mijn stemvork, die een grondtoon had van F, aan een zijde van de buis en legde mijn oor aan dezelfde zijde van de flenzen op de buis Mijne assistente luisterde

aan de andere zijde van de flenzen op de buis. Zij ving dus het geluid op, dat behalve de buizen ook het te onderzoeken plaatje doorloopen had. Was voor haar oor het geluid verklonken, dan gaf zij dit door een handbeweging te kennen en ging ik uittellen gedurende hoeveel metronoom-tikken ik de stemvork nog kon hooren. Onmiddellijk bleek echter, dat deze methode fout was. Het verschil in waarnemingsvermogen voor dezen toon alsmede het verschil in geoefendheid deed deze proef dadelijk mislukken. Ik deed het daarna dus anders, legde mijn linker oor op de linker buis en hield met mijn rechterhand de stemvork op de rechter buis. Was nu voor mijn gehoor het geluid juist verdwenen, dan begon ik onmiddellijk met den metronoom mee te tellen en legde intusschen, al tellende, rustig het oor over op de andere buis, bij de stemvork, en bleef tellen tot *ook daar* het geluid verklonken was. Door het aantal tellen door twee te deelen, drukte ik het verschil in seconden uit. De proeven werden 's avonds genomen, òf, wat nog beter ging, 's Zondags-namiddags, als alles stil was in huis en op straat een minimum van verkeer. Werd ik door een optredend geluid gestoord, dan werd de proef eenvoudig overgedaan, wat niet zoo moeilijk was en slechts weinige minuten kostte.

In het tabelletje op de volgende bladzijde zijn de onderzochte stoffen in de eerste kolom geplaatst, in de tweede kolom de dikte der onderzochte stoffen en in de derde het verschil in tijdsduur, dat de stemvork gehoord werd.

Voor het onderzoek van zand moest ik de proef eenigszins anders inrichten, aangezien daar van tusschenklemmen geen sprake kon zijn. Ik legde dus daarbij de flenzen, met tusschenruimte van 5 cM., in een hoop droog zand en liet de uiteinden van de buizen rusten op een dik propje vilt, dat ook op het zand lag.

Onderzochte stoffen.	Dikte.	Verschil in geluidsduur in seconden.
Klingerit (d. i. asbest-caoutchouc, gecomprimeerd)	2 m.M.	39
Asbest	4 »	20
Asbest	11 »	26
Fiber (d. i. geperst katoen) (rood)	1 »	25
Fiber (rood)	8 »	30
Fiber (zwart, meer elastisch)	3 »	30
Fiber (roode ring)	21 »	30
Rubber (matig hard)	15 »	30
Rubber (zachter)	15 »	14
Vilt	20 »	28
Quilt (d. i. gevlochten zeegras tusschen papier genaaid)	10 »	20
Turfmosplaat	35 »	30
Kurkplaat	50 »	26
Droog zand	50 »	40

Van de onderzochte stoffen is dus klingerit wel die, welke, tusschen machinedeelen geklemd, het meeste contact-geluid tegenhoudt. Klingerit, asbest, fiber en rubber zijn stoffen, welke technisch het meest geschikt zijn voor machine-verpakkingen.

HOOFDSTUK VI.

Proevenreeks over het isolatievermogen van bouwmaterialen in diverse combinaties.

Inrichting der proeven.

In een niet meer in gebruik zijnde volière, 1,80 M. in het kubiek, van boven afgedekt en staande tegen een tuinschutting, werd een kuil in den grond gegraven ter diepte van circa 45 c.M. (zie fig. 1 en 2 hierachter). Op den bodem van dezen kuil werd een hoog en dunwandig kistje geplaatst zonder deksel en van binnen met molton bekleed, om resonance te vermijden en het meetrillen van de wanden van het kistje tot een minimum te reduceeren. In dit kistje werd een electrische schalmei-bel geplaatst, die, bij doorvoeren van stroom, een krachtig geluid veroorzaakte. De geleidraden werden door een precies passend gaatje naar buiten gevoerd en dit werd ten overvloede nog met een propje vochtige klei stijf dichtgestopt. Rondom het kistje werd een muurtje van kleine IJselsteenen met klei opgemetseld, totdat de bovenvlakte van dit muurtje op dezelfde hoogte was als de bovenrand van het kistje. Tusschen dit muurtje en de wanden van het kistje bleef een ruimte van circa één c.M. over, welke ruimte stijf met fijn zand en turfmolm werd opgevuld. De bovenrand van het kistje, het ringmuurtje en de daartusschen liggende zandlaag, werden nu met een laagje vochtige taaie klei bedekt en wel zóó, dat die laag op den rand van het kistje circa 1 m.M. en aan de buitenzijde van het muurtje een paar c.M. dik was. Deze kleilaag liep dus naar de peripherie glooiend op en werd netjes vlak afgestreken. Hierdoor werd het mogelijk, met ieder te onderzoeken voorwerp, indien het maar eenigszins op maat was, door stijf indrukken in die kleilaag het kistje van

boven volkomen af te sluiten. — Het ringmuurtje werd, na oplegging van de te onderzoeken stof, verder naar boven doorgetrokken, hetzij precies in het verlengde van het onderste, hetzij

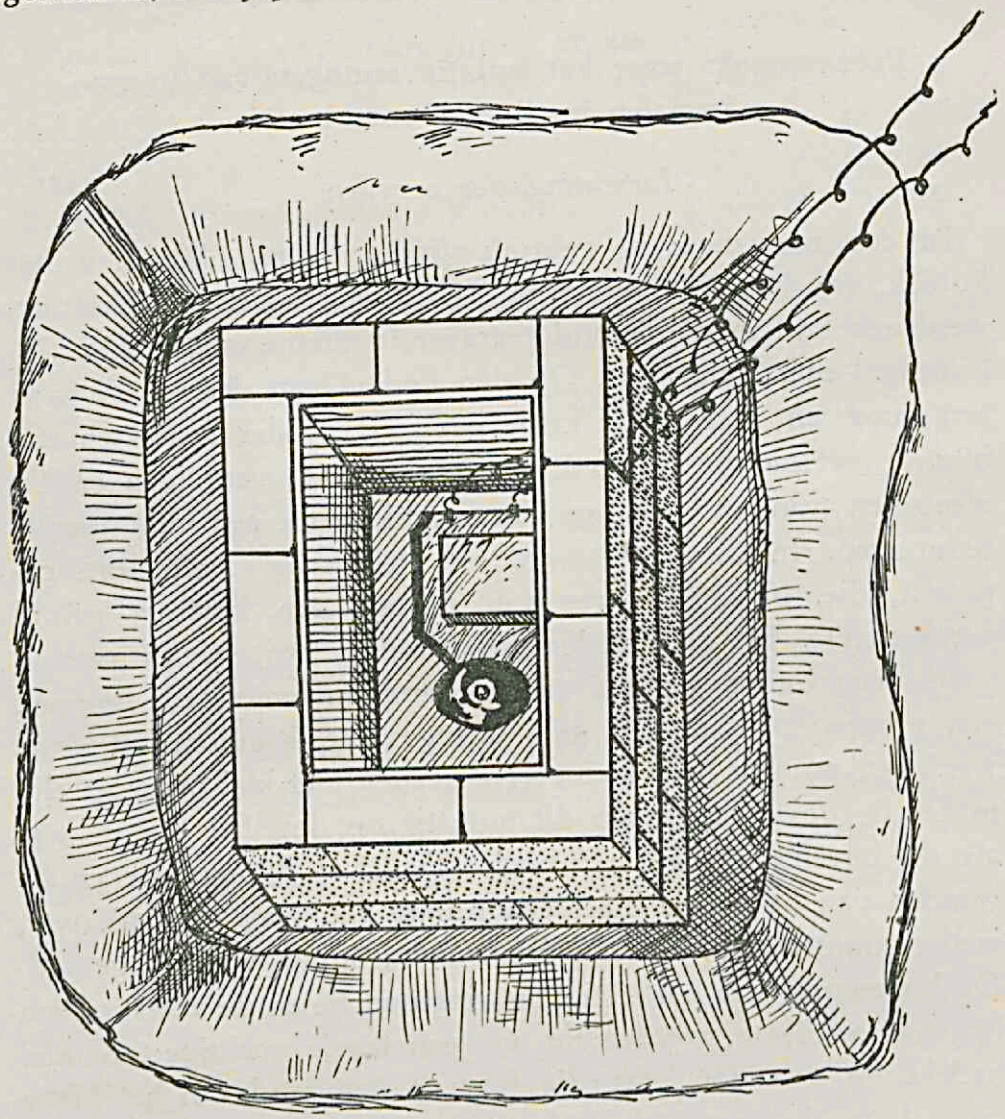


Fig. 1. De kuil met het kistje, door een muurtje ingesloten en de bel bevattende, van bovenaf gezien.

iets wijder, om de te onderzoeken stoffen te omsluiten, of wel, vervangen door een kleiwalletje, al naar de omstandigheden dit vereischten.

De overgebleven ruimte in den kuil werd telkens weer met aarde goed aangevuld en het geheel bleef steeds beneden het niveau van den beganen grond. Geluidslekken konden zoodoende nergens overblijven.

Vermeld zij nog, dat de opening van het kistje 22 c.M. bij $12^1/_2$ c.M. was.

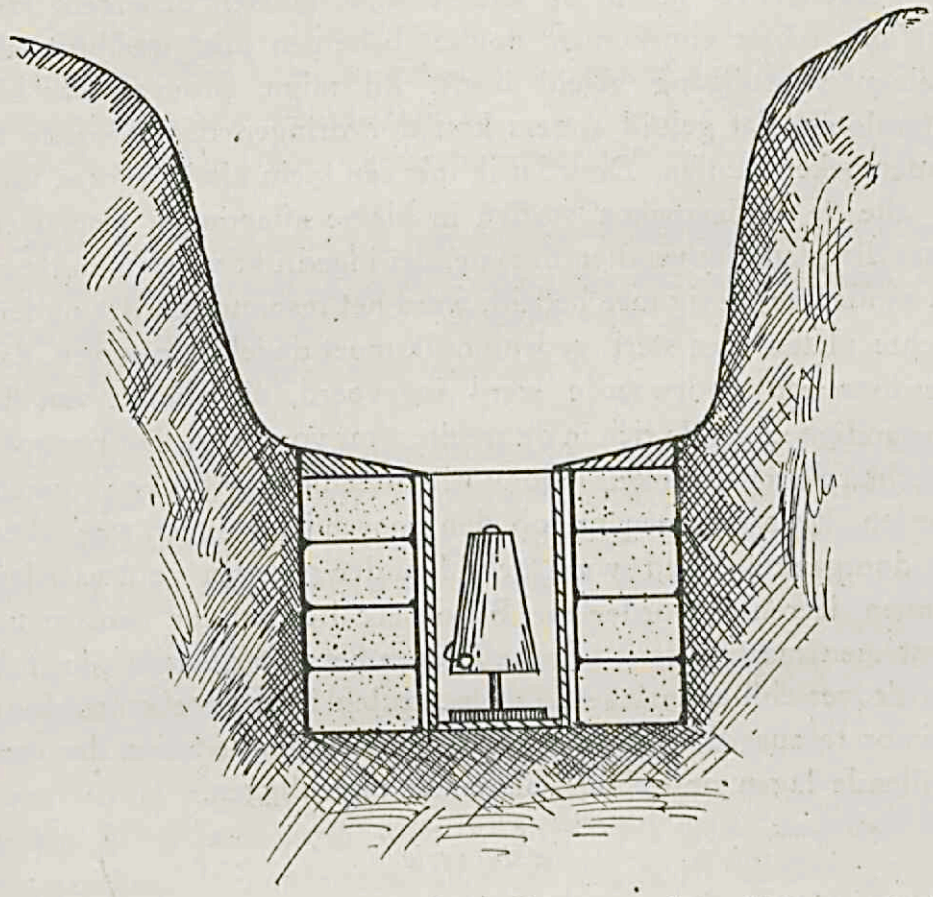


Fig. 2. Dwarse doorsnede van den kuil met opgesloten kistje, waarin de electrische bel en waaromheen een muurtje, aan de bovenzijde met een kleilaag bedekt.

De proeven werden als regel over dag in gereedheid gebracht, en 's avonds, als het zoo stil geworden was als men dit in een stad kan verwachten en als er niet te veel treinen rangeerden, werden de gehoorproeven genomen.

Biltris en de Groot maakten voor hunne proeven ongevensterde kisten van de te onderzoeken stoffen; Sieveking en Behm, Berger en Spijkerboer maakten kisten, die zoo goed mogelijk ondoorgankelijk waren voor geluid en plaatsten de te onderzoeken stoffen voor een venster in zulk een kist. Dat was een vooruitgang. Waar ik geen gelegenheid had, met zulk een kist te werken, heb ik mij op andere wijze moeten behelpen. Het wil mij echter voorkomen, dat dit behelpen juist weer tot een kleinen vooruitgang geleid heeft. Bij mijne proeven was het uitgesloten, dat geluid anders kon doordringen dan door de te onderzoeken stoffen. Doordat ik met een klein kistje werkte, kon ik alle te onderzoeken stoffen in kleine afmetingen nemen en waar die platen bovendien in taaie klei ingedrukt werden en langs de randen er stevig mee bedekt, werd het resonneeren der onderzochte platen zeer sterk gedempt. Ik moet dadelijk toegeven, dat hierdoor een voorwaarde werd ingevoerd, die afwijkt van de omstandigheden, die zich in de architectuur voordoen. Dit bezwaar zal echter door geen enkele laboratorium-methode ontweken kunnen worden. Evenwel, men zal op den door mij gevolgden weg zeker de doorgankelijkheid voor geluid onder gegeven voorwaarden kunnen leeren beoordeelen. Bij de architectonische constructie dient men maatregelen te nemen tegen het *meetrillen in één stuk* van de verschillende lagen. Dit meetrillen is te voorkomen door er voor te zorgen, dat de individueele resonantie-tonen der verschillende lagen onderling voldoende uiteenliggen.

Eerste serie.

Proef 1. Over het kistje werd een *plankje* gelegd van 9 c.M. *dikte*, 15 c.M. breed en 25 c.M. lang. De randen werden, na stevig indrukken, ten overvloede met een reep klei bedekt en ook dit werd goed aangedrukt.

Liet ik nu de bel klinken, dan was die hoorbaar tot op . . . . . *5 Meter* afstand.

Proef 2. Op het plankje van de eerste proef werd een laag droog *metselzand* aangebracht van *10 c.M.* dikte. Deze zandlaag, door het verlengde ringmuurtje bijeengehouden, werd stevig aangedrukt.

De bel was slechts hoorbaar tot op . . . . . *50 c.M.*

Proef 3. Op de zandlaag van de vorige proef werd nu een *tegel van 3 c.M. dikte*, een z.g. bak, gelegd en de ruimte die er nog tusschen tegel en ringmuurtje mocht zijn overgebleven, werd nauwkeurig dichtgestopt.

De bel was nu nog slechts hoorbaar tot op . . . *10 c.M.*

Proef 4. De tegel van de vorige proef werd nu nog met een *zandlaagje van 2 c.M.* bedekt en daarop *weer zulk een tegel gelegd.*

De bel was nu *niet meer hoorbaar!*

Opmerking I. Lezers die thuis zijn op het gebied der Oudhollandsche bouwkunde zullen opmerken, dat met deze serie de Oudhollandsche zoldering is nagebootst, zooals men die soms nog in oude huizen onzer steden vindt.

Opmerking II. In deze serie, waarbij de geluiddemping steeds grooter werd en dus het geluid steeds zwakker, was het opvallend, dat de hoogere boventonen, waaraan het geluid van een schalmeibel zoo rijk is, het eerst verdwenen en men op het laatst alleen een lagen toon hoorde, veel lager dan men zou vermoeden, als men een schalmeibel vrij hoort klinken.

Tweede serie.

Proef 5. Onder het plankje van de bel werd eene verhooging aangebracht bestaande uit eenige keeren dubbelgevouwen stug en dik pakpapier, juist zooveel, dat de schroef van de bel

iets boven het kistje uitstak, en het afdekkend plankje dus daarop rustte. Door het plankje te belasten paste het weer precies in zijn kleibed; zoodoende had het plankje direct contact met de geluidsbron. Ik kreeg dus, wat Spijkerboer noemt: *contact-geluid.*

De bel was nu hoorbaar tot op . . . . . *10 Meter.*

Proef 6. Het plankje werd weer bedekt met *10 c.M. zand,* als bij proef 2.

De bel was hoorbaar tot op . . . . . *3,50 Meter.*

Proef 7. Als bij de vorige proef, doch nu het zand weer bedekt met dun *tegel* van 3 c.M. dikte.

De bel was hoorbaar tot op . . . . . *2,50 Meter.*

Proef 8. Op den tegel van de vorige proef weer 2 *c.M. zand* en *weer een tegel.*

De bel was hoorbaar tot op . . . . . *1,10 Meter.*

Opmerking. Treffend is het, dat dit gedeeltelijke contact-geluid zooveel verder en krachtiger doordrong. Begrijpelijk is het echter alleszins, aangezien bij deze proef het geheele plankje tot klankbodem geworden was. Wist men dit niet reeds, dan zou men het zelfs kunnen hooren, want als het geluid ook maar eenigszins begon te verzwakken, hoorde men geen bel meer, doch een dof tromgeroffel; klaarblijkelijk van de schroef tegen het plankje.

Derde serie.

Proef 9. Inrichting als bij de eerste serie, doch nu werd het kistje afgedekt met een *goed droog stuk muur* van een *halven steen dikte* (dus 11 c.M.).

De bel was toen hoorbaar tot op. . . . . *20 c.M.*

Proef 10. Op het stuk muur van de vorige proef werd een *zandlaag van 10 c.M. dikte* aangebracht.
De bel was nog hoorbaar tot op . . . . . *10 c.M.*

Proef 11. Op de zandlaag van de vorige proef werd weer een stuk *muur* van 11 c.M. dikte gelegd.
De bel was hoorbaar tot op . . . . . *1 c.M.*

Vierde serie.

Proef 12. Dezelfde inrichting als bij proef 5, dus de bel weer hooger geplaatst, door onderlegging van dubbelgevouwen papieren. Het kistje weer afgedekt met hetzelfde *muurtje* als bij proef 9. Dit muurtje rustte dus weer op de schroef van de bel.
De bel was hoorbaar tot op . . . . . *2 Meter.*

Proef 13. Inrichting als bij de vorige proef, doch nu het stukje muur weer bedekt met *10 c.M. zand.*
De bel was hoorbaar tot op . . . . . *1,25 Meter.*

Proef 14. Inrichting als bij de vorige proef en op de zandlaag weer het *tweede muurtje.*
De bel was hoorbaar tot op . . . . . *40 c.M.*

Opmerking. Bij vergelijking van de proeven van deze serie met die van de vorige, ziet men overeenkomstige resultaten als bij de vergelijking tusschen de eerste en de tweede serie.

Vijfde serie.

Proef 15. Inrichting als bij de eerste serie, dus de bel weer laag geplaatst. Over het kistje een afdekkend *eternietplaatje van 3 m.M. dikte.*
De bel was hoorbaar tot op . . . . . *3 Meter.*

Proef 16. Inrichting als bij de vorige proef, doch in plaats van het eternietplaatje een *triplexplaatje van 5 m.M. dikte.*
De bel was hoorbaar tot op . . . . . *4.50 Meter.*

Proef 17. Het kistje werd afgedekt met een *houten plankje* van *22 c.M. dikte.*
De bel was hoorbaar tot op . . . . . *3 Meter.*

Proef 18. Het kistje werd bedekt met een *molton lap* van een paar m.M. dikte.
De bel was *door den geheelen tuin hoorbaar*, weinig zwakker dan wanneer het kistje geheel open stond.

Proef 19. Het *plankje* van proef 17 werd aan beide zijden *bekleed met strak gespannen molton* en het kistje werd met dit bekleede plankje afgedekt.
De bel was hoorbaar tot op . . . . . *3 Meter.*
(Dus precies even ver als bij proef 17).

Proef 20. Het kistje werd afgedekt met op elkaar gelegd: een *eternietplaatje*, het *houten plankje van 2.2 c.M.* en weer een *eterniet plaatje.*
De bel was hoorbaar tot op . . . . . *2.50 Meter.*

Proef 21. Het kistje werd afgedekt met op elkaar gelegd: een *eternietplaatje*, het *met molton bekleede plankje* en daarop weer een *eternietplaatje.*
De bel was hoorbaar tot op . . . . . *1.70 Meter.*

Proef 22. Dezelfde inrichting als bij de vorige proef, doch nu het ringmuurtje weer hooger opgetrokken, in het verlengde van het onderste en wel ter dikte van een platten steen, 5 c.M., boven het bovenste eternietplaatje uitstekend en met een tusschenlaagje van vochtige klei ten deele natuurlijk daarop rustend.

Deze steenlaag werd aan de bovenzijde ook weer met een laagje vochtige klei gelijkmatig bedekt en hierop kwam weer dezelfde combinatie als onder dit ringmuurtje, dus: eterniet, plankje met molton bekleed en weer eterniet. Terzijde werd deze combinatie ook weer, evenals de onderste laag, goed met klei besmeerd en aangedrukt en de nog overblijvende ruimte in den kuil weer met aarde goed aangevuld. Ik had dus toen gekregen een soort van doos, waarvan de zijwanden uit steen bestonden en bodem en deksel uit de genoemde combinatie. Toen alles klaar was, zag men natuurlijk alleen het bovenste eternietplaatje met den omringenden grond gelijk.

De bel was nu absoluut *niet meer hoorbaar!*

Opmerking. Het behoeft wel geen nadere uitlegging, om in deze doos een imitatie te zien van een dubbele deur, zooals die zich practisch gemakkelijk laat construeeren.

Zesde serie.

Proef 23. Inrichting als bij de eerste serie, doch het kistje werd afgedekt met een *asbestplaat van 3 m.M.* dikte.

De bel was hoorbaar tot op . . . . . *6 Meter.*

Proef 24. Inrichting als bij de vorige proef. Het kistje werd bedekt met de navolgende combinatie: *eternietplaatje, asbestplaatje, houten plankje van 2.2 c.M., asbestplaatje* en weer *eternietplaatje* (dus dezelfde combinatie als bij proef 21, doch het molton vervangen door asbest).

De bel was hoorbaar tot op . . . . . *2.30 Meter.*

Zevende serie.

Proef 25. Het kistje werd bedekt met een ijzeren plaatje van 1 m.M. dikte.

De bel was hoorbaar tot op . . . . . *2.30 Meter.*

Proef 26. Het kistje werd bedekt met de navolgende combinatie: *ijzeren plaatje van 1 m.M., plankje met molton bekleed* en weer *ijzeren plaatje* (dus als bij proef 21, doch het eterniet vervangen door het ijzeren plaatje).

De bel was hoorbaar tot op . . . . . *1.10 Meter.*

Proef 27. Inrichting als bij de vorige proef, doch nu op elkaar: *ijzeren plaatje, asbestplaatje, houten plankje van 2.2 c.M., asbest plaatje* en weer *ijzeren plaatje.*

De bel was hoorbaar tot op . . . . . *1.80 Meter.*

Achtste serie.

Proef 28. Het kistje werd afgedekt met een *looden plaat* van *1 1/2 m.M.* dikte.

De bel was hoorbaar tot op . . . . . *1.95 Meter.*

Proef 29. Het kistje werd bedekt met de volgende combinatie: *looden plaatje* van 1 1/2 m.M., het *met molton bekleede plankje* en weer een tweede *looden plaat.*

De bel was hoorbaar tot op . . . . . *50 c.M.*

Proef 30. Op de combinatie van de vorige proef weer een *ringmuurtje* van 5 c.M. hoogte en dit van boven eenvoudig afgedekt alleen maar met een *plankje* van 2.2 c.M. dikte.

De bel was *niet meer hoorbaar!*

Negende serie.

Proef 31. Het kistje werd afgedekt met een *asphaltplaatje* [1]) *van 7 m.M.* dikte.

De bel was hoorbaar tot op . . . . . *1.60 Meter.*

---

[1]) Geleverd door de Eerste Nederl. Asphaltfabriek „Mook" te Nijmegen.

Proef 32. Het kistje werd afgedekt met een *tegel* (of bak) van *3 c.M.* dikte.
De bel was hoorbaar tot op . . . . . *3.50 Meter.*

Proef 33. Het kistje werd bedekt met de navolgende combinatie: *tegel* van 3 c.M., *asphaltplaatje* en weer een *tegel.*
De bel was hoorbaar tot op . . . . . *1 Meter.*

Tiende serie.

Proef 34. Het kistje werd afgedekt met een *turfmosplaat* [1]) van 3.5 c.M. dikte.
De bel was hoorbaar tot op . . . . . 5 *Meter.*

Prpef 35. Het kistje werd bedekt met de combinatie: *eternietplaatje, turfmosplaat* en *eternietplaatje.*
De bel was hoorbaar op. . . . . *1 Meter.*

Proef 36. Het kistje werd bedekt met de combinatie: *houten plankje van 2,2 c.M. dikte, turfmosplaat van 3,5 c.M.* en weer zulk een *houten plankje.*
De bel was hoorbaar tot op. . . . . *60 c.M.*

Elfde serie.

Proef 37. Het kistje werd afgedekt met een *kurkplaat van 5 c.M. dikte.* [2])
De bel was hoorbaar *door den geheelen tuin* van 25 Meter lengte.

Proef 38. Het kistje werd afgedekt met de combinatie: *plankje, kurkplaat* en weer een *plankje.*
De bel was hoorbaar tot op. . . . . *50 c.M.*

[1]) Fabrikant: De Ruyter te Zwolle.
[2]) Geleverd door van Wijngaarden en Co. te Rotterdam.

Proef 39. Dezelfde combinatie als bij de vorige proef, doch nu werd de kurkplaat van 5 c.M. vervangen door een van *2 c.M. dikte.*

De bel was hoorbaar tot op. . . . . *70 c.M.*

Twaalfde serie.

Proef 40. Het kistje werd afgedekt met een laagje *Quilt.* [1])

De bel was *door den geheelen tuin* hoorbaar.

Proef 41. Het kistje werd afgedekt met de combinatie: *plankje* van 2,2 c.M., *Quilt* en weer zulk een *plankje.*

De bel was hoorbaar tot op. . . . . *65 c.M.*

Proef 42. Ter vergelijking en tevens voor eigen contrôle, werd proef *3* van de *eerste serie* eenigszins gewijzigd overgedaan, en werd het kistje bedekt met het plankje van 2,2 dikte en daarop een laag van 3 c.M. zand en weer een dito plankje.

De bel was hoorbaar tot op. . . . . *15 c.M.*

Proef 43. Dezelfde combinatie als bij de vorige proef, doch het bovenste plankje vervangen door een *tegel* van 3 c.M. dikte.

De bel was hoorbaar tot op. . . . . *12 c.M.*

Dertiende serie.

Proef 44. Het kistje werd afgedekt met een *viltlaag* van *5 m.M.* dikte.

De bel was hoorbaar *door den geheelen tuin.*

Proef 45. Het kistje werd bedekt met de combinatie: het *plankje, vilt* en weer het *plankje.*

De bel was hoorbaar tot op. . . . . *65 c.M.*

[1]) Geleverd door Moens en Bech te Amsterdam.

Veertiende serie.

Proef 46. Het kistje werd afgedekt met een *betonplaat* van 5 c.M. dikte.

De bel was hoorbaar tot op . . . . . *30 c.M.*

Proef 47. Op de betonplaat van de vorige proef werd het ringmuurtje opgetrokken, tot het er 5 c.M. boven uitstak. Daarop werd een *tweede betonplaat* van dezelfde dikte gelegd, zoodat ik in volgorde kreeg: 5 c.M. beton, 5 c.M. lucht en 5 c.M. beton.

De bel was hoorbaar tot op . . . . . *1 c.M.*

Proef 48. Dezelfde inrichting als bij de vorige proef, doch de luchtruimte werd opgevuld met *droog zand.*

De bel was hoorbaar tot op . . . . . , *1 c.M.*

Vijftiende serie.

Proef 49. Het kistje werd afgedekt met een *glazen plaat* van *6 m.M.* dikte, 30 c.M. lengte en 28 c.M. breedte.

De bel was hoorbaar tot op . . . . . *2,50 Meter.*

Proef 50. De glazen plaat van de vorige proef werd langs de randen besmeerd met een kleilaagje van circa $^1/_2$ c.M. dikte en daarop werd een *tweede glazen plaat* van dezelfde afmetingen gedrukt.

De bel was hoorbaar tot op . . . . . *1,80 Meter.*

Proef 51. De bovenste plaat van de vorige proef werd op gelijke wijze als de onderste, met een kleirandje voorzien en daarop werd een *derde* gelijke *glasplaat* gedrukt.

De bel was hoorbaar tot op . . . . . *1,50 Meter.*

Proef 52. Inrichting als bij proef 50, doch in plaats van een tusschenlaagje van klei van $^1/_2$ c.M. werd er door een ring-

muurtje van platte steenen, die van onderen en van boven met klei besmeerd waren, een tusschenruimte van 6 c.M. gemaakt.
De bel was hoorbaar tot op . . . . . *1,20 Meter.*

Proef 53. Dezelfde inrichting als bij de vorige proef, doch nu weer *drie glazen platen*, telkens met *6 c.M. tusschenruimte.*
De bel was hoorbaar tot op . . . . . *1,— Meter.*

Proef 54. Het kistje werd afgedekt met een *glazen plaat* van *11 m.M.* dikte, 45 c.M. lengte en 35 c.M. breedte.
De bel was hoorbaar tot op . . . . . *2,25 Meter.*

Proef 55. Op de glazen plaat van de vorige proef weer een kleirandje van $^1/_2$ c.M. dikte en daarop een *tweede glazen plaat* van *11 m.M.* dikte.
De bel was hoorbaar tot op . . . . . *1,80 Meter.*

Proef 56. Het kistje werd bedekt met een *patrijspoortglas* van *5 c.M. dikte* en 22 c.M. diameter.
De bel was hoorbaar tot op. . . . . *12 c.M.*

Proef 57. Inrichting als bij de vorige proef, maar nu werd op een afstand van $^1/_2$ c.M. een glazen plaat van *6 m.M. dikte* gelegd.
De bel *bleef* hoorbaar tot op . . . . . *12 c.M.*

Proef 58. Op het patrijspoortglas van proef 56 werd een ringmuurtje opgetrokken van 6 c.M. hoogte en daarop een *tweede patrijspoortglas* van 5 c.M. dikte gelegd.
De bel was *niet meer hoorbaar.*

Proef 59. Het kistje werd bedekt met een *luchtledige holle glazen bouwsteen*, eenigszins speelvormig; grootste lengte 19 c.M., grootste breedte 15,5 c.M. en grootste dikte 10 c.M.
De bel was hoorbaar tot op. . . . . *30 c.M.*

Hier volgt een tabel, waarop de uitkomsten dezen proeven zijn aangeteekend.

einde v/d. tuin.

molton ; kurkplaat 5 c.M. — quilt. ; vilt 5 m.M.

10 M. — plankje 9 m.M. *(contact)*

6 M. — asbestplaat 3 m.M.

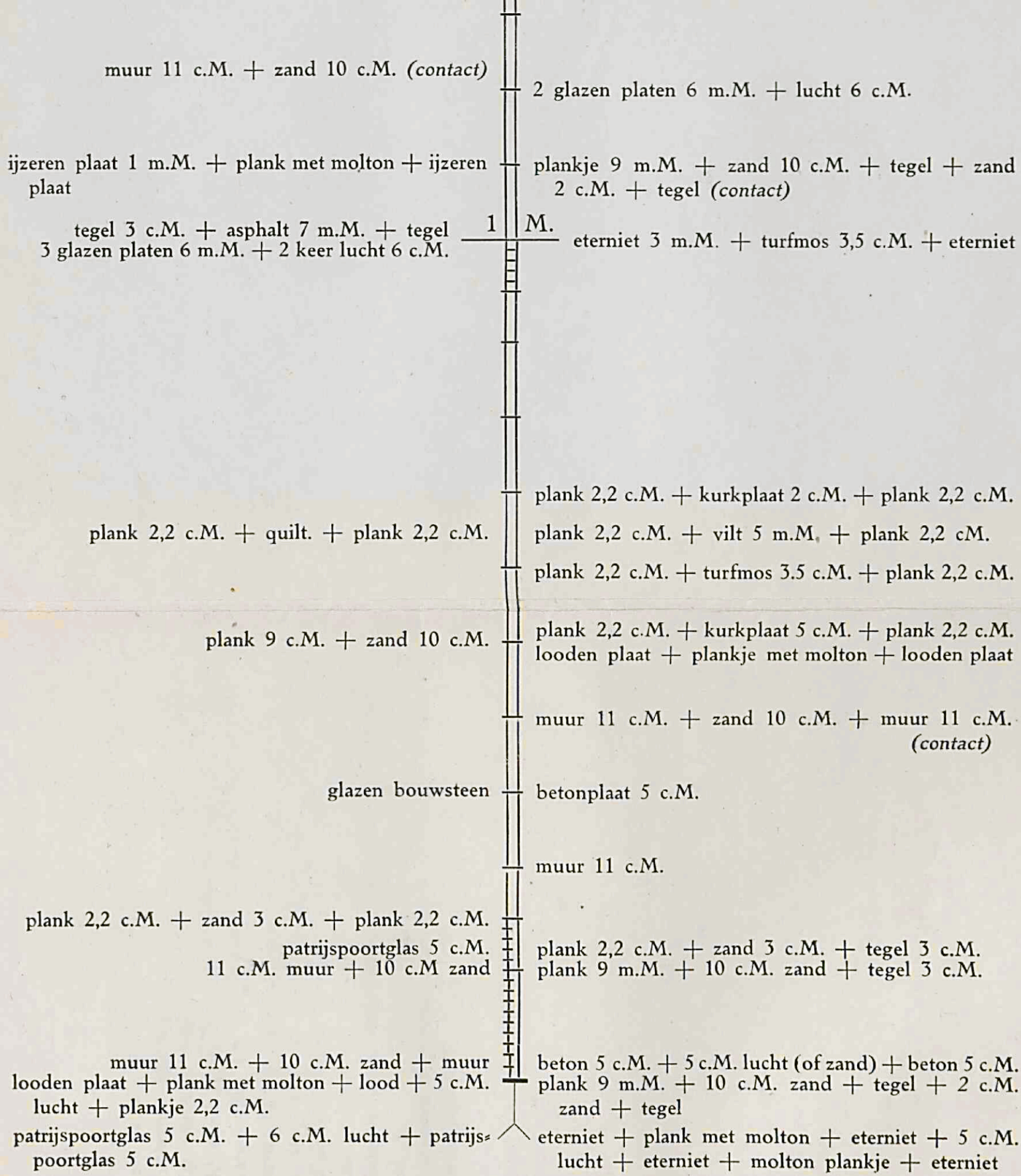
turfmosplaat 3,5 c.M. — 5 M. — plankje 9 m.M.

4,50 M. — triplexplaat 5 m.M.

tegel(bak) 3 c.M. — 3,50 M. — plank 9 m.M. + zand 10 c.M. *(contact)*

plank 2,2 c.M. in molton gepakt — 3 M. — eterniet 3 m.M.

glazen plaat 6 m.M.
eterniet 3 m.M. + plankje 2,2 c.M. + eterniet — plank 9 m.M. + zand 10 c.M. + tegel 3 c.M. *(contact)*


muur 11 c.M. + zand 10 c.M. (contact)
2 glazen platen 6 m.M. + lucht 6 c.M.
ijzeren plaat 1 m.M. + plank met molton + ijzeren plaat
plankje 9 m.M. + zand 10 c.M. + tegel + zand 2 c.M. + tegel (contact)
tegel 3 c.M. + asphalt 7 m.M. + tegel
3 glazen platen 6 m.M. + 2 keer lucht 6 c.M.
1 M.
eterniet 3 m.M. + turfmos 3,5 c.M. + eterniet
plank 2,2 c.M. + kurkplaat 2 c.M. + plank 2,2 c.M.
plank 2,2 c.M. + quilt. + plank 2,2 c.M.
plank 2,2 c.M. + vilt 5 m.M. + plank 2,2 cM.
plank 2,2 c.M. + turfmos 3.5 c.M. + plank 2,2 c.M.
plank 9 c.M. + zand 10 c.M.
plank 2,2 c.M. + kurkplaat 5 c.M. + plank 2,2 c.M.
looden plaat + plankje met molton + looden plaat
muur 11 c.M. + zand 10 c.M. + muur 11 c.M. (contact)
glazen bouwsteen
betonplaat 5 c.M.
muur 11 c.M.
plank 2,2 c.M. + zand 3 c.M. + plank 2,2 c.M.
patrijspoortglas 5 c.M.
11 c.M. muur + 10 c.M zand
plank 2,2 c.M. + zand 3 c.M. + tegel 3 c.M.
plank 9 m.M. + 10 c.M. zand + tegel 3 c.M.
muur 11 c.M. + 10 c.M. zand + muur
looden plaat + plank met molton + lood + 5 c.M. lucht + plankje 2,2 c.M.
beton 5 c.M. + 5 c.M. lucht (of zand) + beton 5 c.M.
plank 9 m.M. + 10 c.M. zand + tegel + 2 c.M. zand + tegel
patrijspoortglas 5 c.M. + 6 c.M. lucht + patrijspoortglas 5 c.M.
eterniet + plank met molton + eterniet + 5 c.M. lucht + eterniet + molton plankje + eterniet

Conclusies.

Wanneer ik de uitkomsten dezer proeven overzie, dan kom ik de navolgende gevolgtrekkingen:

1o. dat poreuze stoffen zooals molton, kurkplaat, quilt en vilt, luchtgeluid buitengewoon gemakkelijk doorlaten, terwijl vaste, zware stoffen het geluid slecht doorlaten en wel te slechter, hoe zwaarder zij zijn (muur, beton, lood, glas).

Dit is dus hetzelfde resultaat als dat waartoe Sieveking en Behm, Weisbach, Berger en Spijkerboer gekomen zijn.

2o. Dat combinaties van vaste stoffen en poreuze stoffen, in afwisselende lagen, het beste middel zijn om geluid tegen te houden.

Mijne proeven bevestigen dus de opvatting van Weisbach, Berger en Spijkerboer.

HOOFDSTUK VII.

Proefneming over het maken van eene ventilatie-inrichting zonder overbrenging van geluid.

Bij deze proef ben ik uitgegaan van den navolgenden gedachtengang. — Wanneer twee aan elkaar grenzende vertrekken, door een stevigen muur zijn gescheiden, doch onderling verbonden door een deur of andere opening, is het overbrengen van geluid van het eene vertrek naar het andere des te geringer, hoe kleiner de vrije opening is, m. a. w. hoe beter de deur gesloten is. Volgt op het tweede vertrek een derde, op soortgelijke wijze, dan neemt men daar nog minder geluid waar. — De verklaring van dit verschijnsel ligt voor de hand. Uit een kleine opening kan slechts een klein deel der geluidsgolven uit een het eerste vertrek naar het tweede overgaan. Daar binnentredende, verliezen zij zich in de ruimte, vervlakken zich en verzwakken, door de wrijving in de lucht, door absorptie van de wanden en door interferentie. — Van deze verzwakte geluidsgolven gaat door de kleine opening naar het derde vertrek alweer slechts een klein deel over, zoo weinig, dat het geluid daar niet of slechts *zeer zwak* zal worden waargenomen.

Gebruik makende van deze eigenschap moet het mogelijk zijn, een versche-lucht-toevoerende ventilatiebuis zóó in te richten, dat er, van buiten af, geen waarneembaar geluid naar het te ventileeren vertrek wordt overgebracht.

Om deze mogelijkheid aan te toonen, groef ik in mijn verlaten volière, op circa een halven Meter afstand van het reeds zoo veelvuldig genoemde in den grond geplaatste kistje met de electrische bel, een tweeden kuil en maakte daarin een wand van recht opstaande turfjes, zoodanig, dat deze niet met de

opstaande vlakken tegen elkaar sloten, doch juist zooveel mogelijk in afwisseling, zoodat telkens de ribbe van de eene turf leunde ongeveer tegen het midden van een zijvlak van zijn buurman. De wand van de op deze wijze ingesloten tweede ondergrondsche ruimte, werd zoodoende zeer onregelmatig geprofileerd en wel zoodanig, dat de hoeken, die de opstaande vlakken der turven met elkaar maakten, alle scherp waren. Aangezien de ruimte ruwweg ovaal was, waren die hoeken gemiddeld nog kleiner dan 45°. De beste voorwaarde dus om terugkaatsingen te voorkomen. De bodem bestond uit losliggende aarde en van boven werd het geheel met platte tegels afgedekt. De ruimte rondom de turven en binnen de wanden van den gegraven kuil werd weer volledig met aarde aangevuld, die goed werd aangedrukt, en de tegels ook met een laag aarde bedekt. Ik had zoodoende gekregen een soort van miniatuur-onderaardsch kamertje, ongeveer ovaal van grondvlak, circa 20 c.M. lang, 15 c.M. breed en 12 c.M. hoog, hetwelk, met uitzondering van de zoldering, wanden had, die weinig of geen geluid terugkaatsten, ergo een vertrekje dat niet resonneerde.

Het kistje met de electrische bel werd nu afgedekt met een plankje, waarin twee gaten In het eerste gat paste een koperen buisje van 6 mM. doorsnede (een stuk vitrage-roede). Dit buisje werd er loodrecht in geplaatst en met een flinke kluit klei goed bevestigd.

Het kon met een mutsvormig gekneed stuk klei goed afgesloten worden. Op bijgaande teekeningen (fig. 3 en 4) is telkens dit buisje met *a* aangegeven. In het tweede gat paste een looden gasbuis van 12 mM. doorsnede. Deze buis werd vlak boven het plankje rechthoekig omgebogen en onder den grond door naar het turven-kamertje geleid en (natuurlijk vóór dat de verdere aanvulling met aarde had plaats gehad) tusschen twee turven door, naar binnen gebracht, zoodanig, dat de buis slechts een klein eindje in de ruimte uitstak. Deze buis is op de teekeningen met *b* gemerkt.

Van het turven-kamertje groef ik bovendien een smal greppeltje, ongeveer loodrecht op de richting van de buis *b*. In dit greppeltje legde ik een tweede looden gaspijp van circa een halven Meter

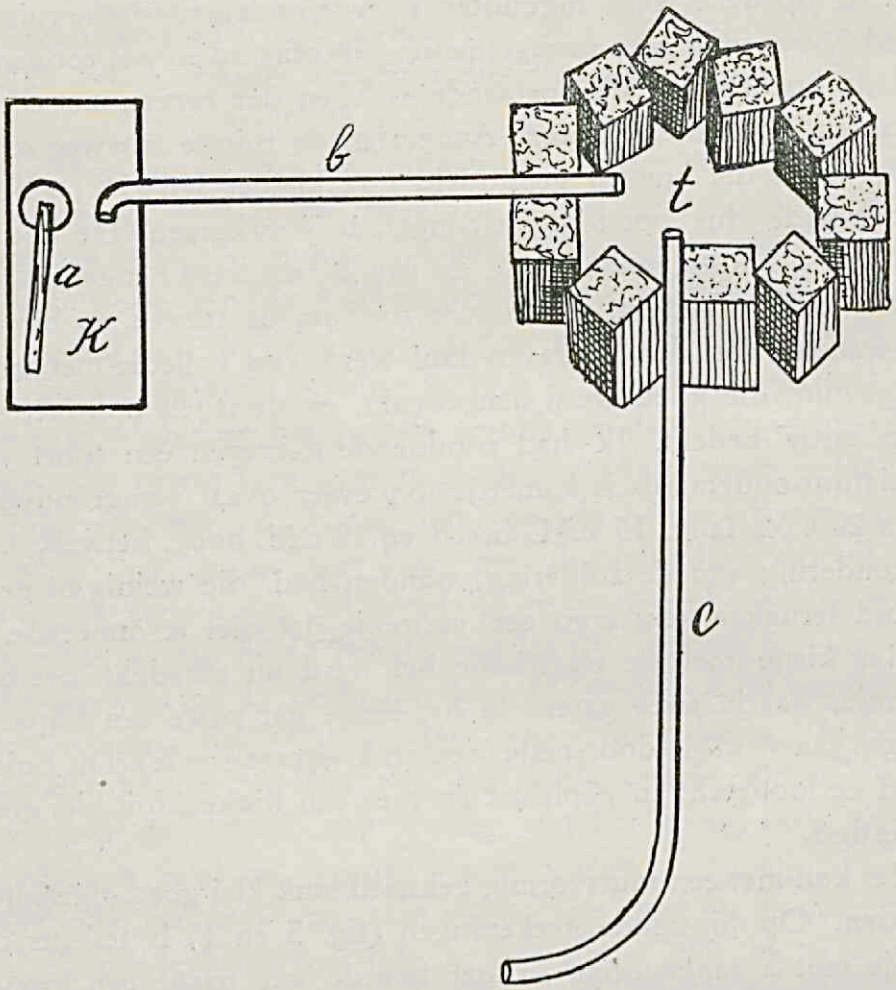


Fig. 3. Schets van de ventilatie-inrichting, van bovenaf gezien. *k* = het kistje met de bel, *a* = controlebuis, *b* = verbindingsbuis, *c* = buis om te luisteren, *t* = turven-kamertje.

lengte en liet ook die juist even in het onderaardsche turven-kamertje uitmonden op twee turven afstand van buis *b*. Deze tweede looden buis is gemerkt *c*. Op eenigen afstand boog ik

haar weer rechthoekig naar boven om, zoodat dat uiteinde, nadat alle grond weer geniveleerd was, erboven uitstak en ik daar kon luisteren.

Het plankje dat het kistje met de bel afdekte, werd nu ook met wat aarde overdekt; daarop werden looden platen gelegd, waarop weer een dikke laag aarde kwam, zoodat er absoluut geen geluid meer door kon komen. De koperen buis *a* stak juist even boven deze bedekkende laag aarde uit. Door de muts van klei eraf te tillen, kon ik twee dingen bereiken. 1° Kon ik dan in elk geval controleeren of de geheel opgesloten bel goed klonk

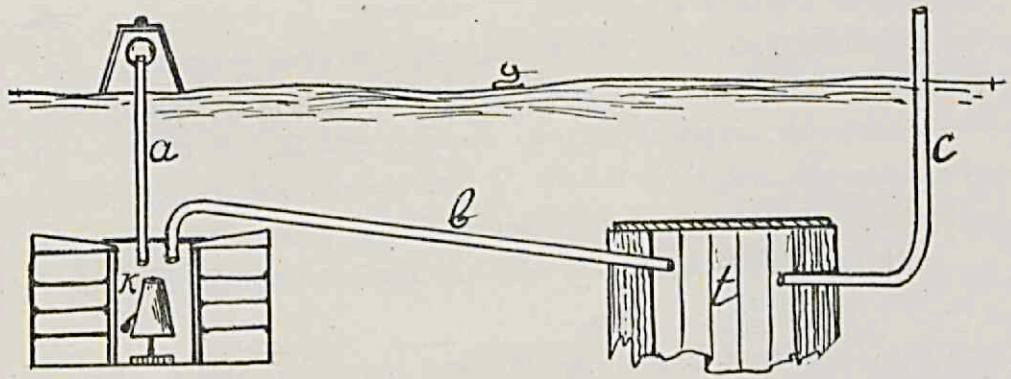


Fig. 4. Dwarse doorsnede van de ventilatie-inrichting. *k* = kistje met bel, *a* = controle-buis, *b* = verbindingsbuis, *c* = luisterbuis, *t* = turvenkamertje, *g* = begane grond.

en 2°. kon ik, hetzij met den mond hetzij met een caoutchouc ballon, daarin blazen. Door dit te doen, toonde ik aan, dat er geheel onbelemmerde luchtverbinding was van buis *a* tot aan de uitmonding van buis *c*, en ook, dat alle wanden goed sloten, aangezien de lucht met evenveel kracht kwam uitstroomen als waarmee zij er in geblazen was. Dit aangetoond hebbende, sloot ik buis *a* weer met haar muts, overdekte die ten overvloede nog met een bloempot, waarvan het gaatje dichtgestopt was, liet de bel luiden, en luisterde aan het eind van buis *c* *Ik kon toen echter geen geluid waarnemen*!

Ook als ik gelijktijdig in buis *a* liet blazen, hoorde ik niets.

Voor de contrôle liet ik ook een zestal andere personen luisteren. Drie van hen hoorden absoluut niets en drie meenden nog een klein restje geluid waar te nemen.

Het behoeft geen betoog, dat men om dit kleine restje geluid ook nog te elimineeren, de doorstroomende lucht nog slechts een *tweede soortgelijk* kamertje moet doen passeeren.

HOOFDSTUK VIII.

Proeven over acoustiek in gebouwen in Gothischen stijl.

De opmerking van Sigmond Exner, door mij in het Literatuur-overzicht gememoreerd, dat geluidsgolven in ronde hoeken slechts éénmaal terugkaatsen, in rechte hoeken tweemaal en in scherpe hoeken meerderę malen, heeft mij attent gemaakt op de mogelijke waarde van den Gothischen bouwtrant bij ziekenhuisbouw, en mij aanleiding gegeven in Gothische gebouwen proeven te nemen. Te meer neigde ik daartoe, 1°. omdat de Gothische zoldering rijk is aan ribben en profileeringen, dus ongeschikt is voor regelmatige krachtige terugkaatsing; 2°. omdat de Gothische ribben alle in schuine richting opwaarts stijgen, dus geen schuil-plaats bieden aan stofnesten; 3°. omdat door dezelfde omstandigheid zij zich goed laten reinigen, ook door ruime afspoeling. Voor een ziekenhuis zijn dit alle drie belangrijke factoren.

Mijn eerste proeven nam ik de Groote Kerk te Dordrecht. Deze kerk is gebouwd in vroeg-Gothischen stijl; zij is binnenwerks, van orgel tot koor, 90 Meter; de geheele breedte is 34 M. het middenschip is 13 M. breed en het transept 40 M. lang. Het koorgedeelte tot aan het beroemde koperen hek, dus de geheele oostelijke helft, wordt voor den tegegenwoordigen dienst niet gebruikt. In de westelijke helft staat, tegen een der pilaren, de preekstoel en daarom heen staan de banken voor de gemeente, door een matig hoog schotwerk van het overige deel der kerk afgescheiden.

In deze kerk duurt de nagalm 5 seconden en merkwaardig is het, dat men dan steeds den indruk ontvangt, alsof het geluid uitsluitend vanuit het koor komt.

De fluisterspraak, volgens de methode der oorartsen, is op normalen afstand goed verstaanbaar: het best echter dwarsscheeps (vanaf den preekstoel) naar de bovengenoemde afgeschutte ruimte. Ook in de verder afgelegen nissen, buiten de afgeschoten ruimte en hooger gelegen, is de fluisterspraak nog verstaanbaar (ongeveer 30 Meter). Het slechtst gaat het in lengterichting, vooral in het koorgedeelte van het middenschip. In de zijbeuken is het bijna zoo goed als vanaf den preekstoel.

Bij eenigszins harder spreken ontstaat overal direct een hinderlijke nagalm en wel te erger, hoe duidelijker men spreekt.

Gedurende een preek nam ik plaats in een nis, recht tegenover den preekstoel, ongeveer even hoog als deze, buiten de omschutting en daarboven uit stekend. Geluidsgolven konden dus vrij van alle kanten van de kerk tot mij doordringen De predikant sprak met tenorstem in een vlug tempo. Zijn stem kwam als een duidelijke echo terug vanuit het koor, alwaar een half cirkelvormige muur boven de pilaren oprijst en dus dienst doet als een holle spiegel. Bij langzamer spreken, zooals bij het gebed en bij het opgeven van een gezang, was de spreker goed te verstaan, doordat de echo, die dan juist zeer duidelijk te hooren was, niet samenviel met het erop volgende woord. Bij vlugger spreken was de preek niet goed te volgen, door de interferentie van uitgaande en terugkomende geluidsgolven. Ik wil er den nadruk op leggen, dat de terugkaatsing uitsluitend vanuit het koor kwam en niet van een andere richting.

De volgende proef nam ik in de Nederlandsch Hervormde kerk te Ede. Dit is ook een vroeg-Gothische kruiskerk, met slechts één zijbeuk en nog wel over slechts de halve lengte van de kerk, dus niet langs het koorgedeelte. De lengte van het middenschip bedraagt 45 Meter, de breedte 9 M. en de lengte van het transept 30 M. In het middenschip is een nagalm van

circa 1½ seconde, die uitsluitend als vanuit het koor komend wordt gehoord, als een soort van echo. Het koor is ook hier weer halfcirkelvormig, heeft een gewonen gladden muur en geen pilaren, wegens het ontbreken van zijbeuken in dat gedeelte. — De nog al korte zijbeuk is van het middenschip gescheiden door pilaren, die vrij dicht op elkaar staan en die tamelijk laag overgaan in het Gothische gewelf, doordat de zijbeuk belangrijk lager is dan het middenschip. De andere zijwand is de buitenmuur en is onregelmatig geprofileerd, aan de bovenzij door de neerdalende ribben en beneden door een houten uitbouwseltje, de trap etc. In deze zijbeuk spreekt het even gemakkelijk als in een goed gemeubileerde kamer en dat spreken is er ook even goed verstaanbaar, wanneer men zacht spreekt als bij een gewoon salongesprek. Van nagalm is dan ook absoluut niets te bespeuren. Verheft men echter zijn stem en gaat men flink hard spreken, dan hoort men onmiddellijk een echo vanuit het koor. — De catechisatiekamer, naast het koor, is circa 5 M. lang, 3 M. breed en ook ongeveer zoo hoog; zij is ook met een Gothisch gewelf afgedekt, doch de wanden zijn gewone vlakke muren, zonder profileeringen. Het is al dadelijk te verwachten, dat het hier *iets* minder goed zal zijn dan in de zijbeuk. Er is dan ook een spoor van galm, maar toch gaat het spreken er zeer gemakkelijk en is dat gemakkelijk te verstaan.

De derde proef nam ik in de Groote- of Lievevrouwenkerk te Breda. Deze kerk is inwendig 81 M. lang, de grootste breedte (transept) bedraagt 40 M., terwijl de andere dwarse afmetingen, de kappellen en nissen meegerekend, ook bijna zoo groot zijn. De grootste hoogte is 21 M. — Ook in deze kerk is, evenals in die te Dordrecht, de westelijke helft, dus van het orgel tot aan het transept, voor den tegenwoordigen dienst ingericht en gedeeltelijk door schotwerk van enkele meters hoogte van transept en koor afgescheiden.

Al dadelijk bij het binnentreden van dit kerkgebouw treft de plechtige stilte die er heerscht. Het spreken van enkele bezoekers, die op eenigen afstand staan, wordt nauwelijks gehoord; het loopen op den zerken vloer klinkt bijna niet. Met mijnen geleider midden in de kerk staande te praten viel dadelijk op, dat men elkaar zoowel bij zacht als bij harder spreken uitstekend verstaat en men niets van nagalm of resonance bemerkt. Alleen als wij in een uiteinde van het transept gaan staan en luider spreken, kunnen wij iets hooren klinken, doch slechts als wij goed de aandacht erop vestigen. —

Deze kerk heeft een groot aantal diepe nissen, of kapellen, die bijzonder rijk geprofileerd zijn door vele Gothische ribben. In tegenstelling met de Groote kerk te Dordrecht, waar die kapellen tot een hoogte van circa 4 M. gesloten zijn, loopen zij hier tot op den beganen grond door. Bovendien is de eene zijbeuk, tegenover den preekstoel, met de eraan grenzende kapellen, van banken voorzien en voor de gemeente ingericht. De zuilen staan hier op korter afstand van elkaar dan in Dordrecht en de bogen zijn spitser. Het koor is hier ook anders. Tot op een hoogte van 4 à 5 M. is het middenschip afgesloten door een rondloopenden muur, die daarboven echter doorbroken is met raamopeningen, welke niet met glas gedicht zijn en juist tegenover de ramen van den buitenmuur staan. Er is dus minder rondloopende muur dan in Dordrecht.

De fluisterspraak is tot op 30 M. duidelijk verstaanbaar en harder spreken ook. Bij gewoon hardop spreken is van een nagalm *niets* te bespeuren. Slechts bij hard roepen hoort men dien. Het is wellicht duidelijker en juister uitgedrukt, als ik zeg, dat er dan een zwakke en korte echo gehoord wordt vanuit het koor. Deze nagalm of echo duurt nog geen $1^3/_4$ seconde.

Dat de nagalm hier kort zoude zijn, vermoedde ik reeds, voor ik deze kerk nog ooit betreden had, omdat ik wist, dat voor kerk-concerten deze kerk niet genoeg meeklinkt. Muziek eischt nu eenmaal eenigen nagalm om warm te zijn; vooral gedragen muziek.

Tusschen orgel en toren is in deze kerk nog een afgesloten ruimte, die in vroegere eeuwen als hoofdingang dienst deed. Deze ruimte heeft de volle breedte van de kerk, dus met de nissen circa 35 M., terwijl de diepte gemiddeld 7 M. bedraagt. De hoogte is dezelfde als elders in de kerk. De inhoud van deze ruimte is dus veel grooter dan van welke ziekenzaal ook. Toch duurt de nagalm hier slechts ruim $^1/_2$ seconde.

Naast het koorgedeelte en ten zuiden van die zijbeuk, is de consistoriekamer. Deze is ruim 11 M. lang, 5 M. breed en circa 4,50 M. hoog. De muren zijn er vlak gepleisterd, de steenen vloer is met een plankier bedekt en het vertrek is door een Romaansch kruisgewelf afgedekt.

In dit vertrek, dat verreweg de kleinste is van alle ruimten in dit kerkgebouw aanwezig, duurt de nagalm echter *ruim één seconde*. Het verschil in acustischen toestand met die afgesloten ruimte achter het orgel en de ruimte om den preekstoel is wel treffend en tevens leerzaam.

De Ned. Hervormde Kerk te Doesburg is in vroeg-Gothischen stijl gebouwd, doch zonder transept, terwijl de zijbeuken 8 Meter korter zijn dan het middenschip. Het koor is dus uitgebouwd. De plattegrond doet eenigszins denken aan dien eener basilica. Onder den toren en achter het orgel is een gedeelte van de kerk met schotwerk afgesloten, op dezelfde wijze als in Breda. — In het deel, waarin thans dienst gehouden wordt, is het middenschip 54 Meter lang, terwijl de zijbeuken 46 Meter lang zijn. Het middenschip is 10 Meter breed en de zijbeuken ieder 7 Meter. De totale breedte van de kerk bedraagt dus 24 Meter. Al deze maten zijn bepaald door afpassen met Meter-passen. De hoogte van het middenschip is, naar mijn taxatie, circa 25 Meter. De zijbeuken zijn belangrijk lager. Kapellen zijn er in deze kerk niet; de buitenmuren zijn dus vlak en slechts door de ramen onderbroken. Het koor is niet halfcirkelvormig, doch bestaat uit drie

vlakken. De plattegrond hiervan is dus de helft van een regelmatigen zeshoek.

Het oorspronkelijke Gothische gewelf is in het middenschip vroegere jaren ingestort en bij de laatste, meer grondige restauratie, vervangen door een dito houten gewelf. In de zijbeuken zitten nog de origineele steenen gewelven.

Gaat men zich bij voorbaat afvragen, hoe in deze kerk de acoustiek zal zijn, dan acht men het aanwezig zijn van vlakke muren en het gemis aan kapellen als een ongunstige factor, het ontbreken van een rondloopenden muur in het koor daarentegen als een eenigszins gunstige factor, al scheelt dat model dan ook niet zoo heel veel van een halven cirkel.

In deze kerk duurt de nagalm 3 seconden. Een directe echo is niet te hooren; daarvoor zijn de maten eigenlijk ook te klein. De fluisterspraak is op normalen afstand duidelijk verstaanbaar, zoowel vanaf den preekstoel als in de zijbeuken. Gewoon spreken is nog duidelijker verstaanbaar en daarbij hoort men geen nagalm.

Zooals reeds gezegd, is er onder den toren een deel van de kerk afgeschut, vroeger gebruikt voor allerlei huishoudelijke doeleinden, doch thans in gebruik als werkplaats voor de restauratie. Deze ruimte heeft natuurlijk de volle breedte van de kerk, dus 24 Meter, en de diepte is gemiddeld 6 Meter. De indeeling in de drie beuken is ook hier natuurlijk aanwezig en hier is in het middenschip het oorspronkelijke steenen Gothische gewelf nog aanwezig. De hoogte is natuurlijk dezelfde als in het andere deel van de kerk.

In deze ruimte duurt de nagalm slechts circa $^3/_4$ seconde.

Dit is iets langer dan in de overeenkomstige ruimte in Breda, doch daar waren nog twee kapellen terzijde en ook is die in laat-Gothischen stijl gebouwd, zijn de bogen dus spitser en is alles meer en rijker geribd.

Een ander Gothisch gebouw waar ik proeven nam, is de St. Walburgskerk te Zutphen. Dit is een z.g. „hallenkerk"; d.w.z.,

dat de zijbeuken even hoog zijn als het middenschip n.l. circa 30 Meter. Ook deze kerk is, zooals meestal het geval is met de oude Middeleeuwsche kerken, in verschillende tempo's voltooid. Het middenschip is het oudste en is laat-Romaansch, deugt dus eigenlijk niet voor mijn deel. De zijbeuken, de transepten en de kooromgang zijn Gothisch. Deze kerk heeft nog als bijzonderheid, dat het koor doorbroken is en daaraan een langgerekt-ronde kapel is uitgebouwd, eenigszins in den vorm van een hoofd op korten hals: de Raadskapel. De transepten, eerst in 1499 voltooid, zijn buitengewoon lang gerekt en volkomen vlak van wand. Alleen langs den kooromgang zijn enkele kapellen, langs de zijbeuken ontbreken deze geheel en zijn de beide lange buiten-muren geheel vlak, slechts door de ramen onderbroken. De grootste lengteafmeting, van toren tot aan het eind van de Raadskapel, bedraagt circa 77 Meter: de breedte van de drie beuken saâm circa 26 Meter. De grootste breedte van de kerk, dus over de transepten gemeten, bedraagt 58 Meter. Al deze maten zijn weer genomen, door loopen met Meter-passen.

Tengevolge van de gelijke hoogten der drie beuken, de vlakke buitenmuren, de groote, diepe, rechthoekige en vlak gehouden transepten, geeft deze kerk al dadelijk een indruk van groote holheid en wordt het vermoeden opgewekt, dat de acoustiek wel niet al te best zal zijn. Die ronde uitbouw, de Raadskapel, versterkt ons in dat vermoeden. Bij onderzoek wordt dit ook bewaarheid. De fluisterstem is op eenigen afstand van den preek-stoel niet te verstaan. Iets harder spreken wel, doch dan wordt het directe geluid onmiddellijk begeleid door een galm. Men hoort dien niet, zooals in Dordrecht, Ede en Breda, alleen vanuit het koor, doch eigenlijk van drie zijden, n.l. vanuit de Raadskapel en vanuit de beide transepten. Niet van de westzijde, aangezien daar, dank zij het groote orgel, een onregelmatig geprofileerde afsluiting is. De nagalm duurt in deze kerk bijna 5 seconden. Al is dit dus nagenoeg even lang als in de zooveel grootere kerk

te Dordrecht, toch is de acoustiek hier veel slechter, doordat de nagalm van drie zijden komt, reeds onmiddellijk bij gewoon spreken optreedt en (wat voor den dienst van belang is) de preekstoel precies in het middenpunt staat; wel te verstaan, in het snijpunt van middellijn van het middenschip en middellijn van de transepten.

Van meer belang en zijnde het eigenlijke doel van mijn tocht naar Zutphen, was het onderzoek van de, bij deze kerk behoorende, Librije, uit Staring's gedicht welbekend. Deze oude boekerij is circa 19 Meter lang, 8 Meter breed en 4 Meter hoog. In het midden staan op een rij drie pilaren, die mede helpen, het Gothische gewelf, dat dit vertrek afdekt, te dragen. Langs deze pilaren en langs de muren loopen de ribben van het gewelf naar beneden en geven zoodoende een rijke en hoekige profileering. De geheele aanblik van het vertrek doet vermoeden, dat hier, niettegenstaande alles in steen geconstrueerd is, de nagalm uiterst kort zal zijn. Dit blijkt ook. *Er is geen nagalm!* Het spreken klinkt er zeer gedempt, als in een vertrek, dat met kleeden belegd en met gordijnen behangen is.

Ziehier een ideale constructie voor een ziekenhuis-hal!

HOOFDSTUK IX.

Proeven over geleidingsvermogen van zware muren en wanden in reeds bestaande gebouwen.

In zijne beschrijving van de anacustische kamer in het Physiologisch Laboratorium te Utrecht zegt Zwaardemaker, dat het aanbeveling verdient, zulk een vertrek zoo hoog mogelijk in het gebouw te maken, om geluiden vanuit den grond te elimineeren. Omtrent dit punt bezit ik reeds lang eene andere overtuiging en in deze mijne opvatting werd ik versterkt door de mededeeling van Sabine [1]), die proeven deed in een dubbel ommuurde onderaardsche ruimte, alwaar het „extremely quiet" was. Het verdiende dus wel aanbeveling, dit punt nader te onderzoeken.

Verder zou het een groote winst zijn, indien het mogelijk ware, met goedkooper materiaal dan waarmee Zwaardemaker werkte, hetzelfde resultaat te bereiken.

Waar ik meende, dat zulks mogelijk is, had ik het plan opgevat zelf een geruischloos vertrekje te construeeren in een sous-terrain of gelijksvloers en van eenvoudige bouwmaterialen. Om verschillende redenen van practischen aard heb ik helaas, althans voorloopig, dat plan moeten opgeven en heb mij moeten beperken tot het doen van eenige waarnemingen en het nemen van enkele proeven, welke althans den weg kunnen wijzen.

De vertrekjes die mij daartoe ten dienste stonden waren eenige steenen safes.

De firma B. alhier bezit een oude kluis, ingesloten tusschen:

---

1) W. C. Sabine, Reverberation. (Zie ook noot op pag. 16.)

hoofdgang, bedienden-kantoor, privé-kantoor en een klein verbindingsgangetje.

Deze kluis was bij de firma langen tijd als telephooncel in gebruik wegens de groote stilte die er in heerscht. De kluis is gelijkvloersch, staat op een vast steenen fundament, is binnenwerks 2,35 M., lang, 2 M., breed en 2,50 M. hoog. Zij is geheel van baksteen gemetseld. Langs drie zijden was er een spouwmuur en wel ieder der muren (dus aan weerszijden van de spleet) één steen dik. Tot meerdere stevigheid is echter de vierde muur massief twee steen dik, (dus is de tusschenliggende spleet weggelaten). Deze vierde muur draagt de brandvrije deur. Door deze vierde zijde was er dus onmiddellijk contact tusschen binnen- en buitenmuur van de spouw. De brandvrije deur sluit de opening in den muur zeer slecht af, er omheen is een gewone kamerdeur, die ook al even slecht sluit. Het was dus al dadelijk te vermoeden, dat geluiden vanuit het bedienden-kantoor wel tot in de kluis zouden kunnen doordringen. Ook was bij voorbaat te verwachten, dat contact-geluiden, ten gevolge van het overgaan van de spouw in een massieven muur, overgebracht zouden kunnen worden. De zoldering van de kluis is geconstrueerd van tongewelfjes; de dikte er van was niet te bepalen. Bij onderzoek bleek, dat stevig loopen en hard praten in het bedienden-kantoor in de kluis heel goed gehoord konden worden, al was het ook tamelijk zwak. Ook als mijn helper, waartoe de heer B. zelf zich disponibel stelde, met zwaren huzarenpas over den houten zolder ging loopen, was dit in de kluis te hooren, doch slechts als *zwak* geluid.

Geheel anders werd het geval, toen de heer B. zich naar zijn privé-kantoor begaf en de verbindingsdeur tusschen dat kantoor en het bedienden-kantoor sloot. Toen was noch het sluiten van die deur, noch het hardste schreeuwen te hooren; zoomin van binnen naar buiten als omgekeerd. Stevig tikken op den muur met een duimstok werd door mij zeer duidelijk waargenomen

en omgekeerd door hem, als ik van binnen uit tegen den muur klopte. Zóó, als vanuit het privé-kantoor, was het ook langs de beide zijden die nog overbleven.

Nergens doorlating van luchtgeluiden, ook zelfs niet van het hardste schreeuwen, doch wel doorlating van klopgeluiden. Het was mij daarbij niet mogelijk te bepalen, aan welke der drie zijden de heer B. zich bevond.

Een tweede kluis onderzocht ik in een bank, die aan den druksten verkeersweg van Dordrecht gelegen is. Deze kluis is van veel jongeren datum en het bankgebouw is ook nog tamelijk nieuw. Zij is geheel ondergronds gelegen; d. w. z. dat het bovenvlak met den beganen grond gelijk is. Zij is binnenwerks 3,30 M. lang, 3,30 M. breed en circa 2,25 M. hoog. Zij is geheel opgetrokken van beton en de wanden zijn 33 c.M. dik; over de dikte van de zoldering heb ik geen inlichting kunnen krijgen en deze was, uit den aard der zaak, door mij niet meetbaar. Een der opstaande wanden grenst aan den onderaardschen buitenmuur en is daarvan door een spouw gescheiden. Over de zoldering is de planken-vloer van het bedienden-kantoor. Men bereikt deze kluis vanuit een voorruimte, die zoo hoog is als de eerste étage vermeerderd met de diepte van de kluis. In die voorruimte, die ook weer van beton is, daalt men af langs een trap van beton. In deze onderaardsche voorruimte zijn drie knipkamertjes. De kluis kan gesloten worden door een enorme Lips-deur. Spreken weergalmt in de voorruimte zeer sterk en onaangenaam. Begaf ik mij in de kluis en werd de brandvrije deur gesloten, dan kon ik niet alleen klopgeluiden, doch ook hard spreken zeer duidelijk hooren, al was het dan ook sterk verzwakt. Dat ik door die zware brandvrije deur spreken toch kon hooren, behoeft geen verwondering te baren. Er zijn drie sleutelgaten in, die door en door gaan. Bovendien schijnt er direct achter de buitenste stalen plaat een

resonneerende luchtruimte in de deur te zijn, wat door aan-kloppen te hooren is.

Begaf mijn helper zich echter in het aangrenzende knip-kamertje en sloot hij de gewone houten deur achter zich, dan was direct de zaak geheel anders. Wij waren dan van elkaar gescheiden: *direct*, door den beton-wand en indirect door brandvrije deur, voor-ruimte en houten deur. Klopgeluiden tegen den gemeenschap-pelijken, scheidenden wand werden over en weer goed waar-genomen, doch spreken niet. Ook van het *hardste schreeuwen* was *niets* te hooren.

Liet ik, als ik opgesloten was, een paar bedienden zwaar door het kantoor, dat boven de kluis is, loopen, dan kon ik dat wel hooren. Ik heb echter niet kunnen uitmaken, of het geluid direct van boven kwam of wel via de voorruimte. Een feit toch is het, dat het loopen in het bedienden-kantoor in die voor-ruimte geweldig resonneerde, zóó sterk, dat men daar bijna niet met elkaar kon spreken, als er in het kantoor zwaar geloopen werd. Dit punt kon ik dus niet oplossen.

Het rijden van wagens was in de kluis echter niet te hooren! Ik cursiveer, want, gelijk gezegd, ligt het gebouw aan een drukken verkeersweg, waar veel zware vrachtwagens passeeren. Waar dit resultaat, niet eens bedoeld, werd verkregen op het Dordtsche eiland, is het op vasteren grond zeer zeker bereikbaar.

De *derde kluis* waarin ik proeven nam, had iets bijzonders dat mij zeer interesseerde. In een antiek heerenhuis, hetwelk als bankgebouw in gebruik is, was aan het einde van de lange gang een kamertje. Daarin heeft men voor eenige jaren een kluis gemaakt van beton, precies tegen de zijmuren (en vermoedelijk ook tegen den eindmuur) aansluitend. Binnen in die doos van gewapend beton is ten overvloede nog een tweede doos van zoogenaamd ondoordringbaar staal aangebracht. Deze stalen doos ziet er van binnen uit als in paneelen verdeeld. De om-

lijstingen zijn verdikkingen van het staal, die tot meerdere stevigheid zijn aangebracht en zoo goed als zeker tegen den binnenwand van de beton-doos rusten. Klopt men echter op de paneelen, dan hoort en voelt men dat het daarachter hol is. Om mij medisch uit te drukken zou ik willen zeggen: er is daar een tympanitische percussietoon. Wij hebben dus bij deze kluis te doen met een onvolledige spouw tusschen pantserplaat en betonwand; althans wat de zijwanden betreft. Op den vloer rust alles vlak op elkaar.

Treedt men de kluis binnen, dan heeft men dus naar links en naar rechts de navolgende lagen in den wand: stalen pantser, spouw, betonplaat en ouden muur.

De bankdirecteur was zoo vriendelijk in de kluis te gaan, die toen met de Lips-deur los gesloten werd. Een bediende en ik bleven in de voorruimte. Zeer hard sprekende konden wij elkaar over en weer verstaan. Dus weer dezelfde ervaring met de Lipsdeur. Geheel anders werd het, toen ik mij, langs den omweg door de gangen, naar de groote knip-kamer begaf. Wij waren dus toen direct door de bovengenoemde wand-lagen gescheiden. Klopsignalen konden wij toen over en weer hooren, doch *zwak*. Van het *hardste schreeuwen* was echter *absoluut niets* te hooren.

Vermeld dient nog, dat als de directeur met zijn mes tikte op de loketten-safe, die vrij van den wand staat en met zijn geheele gewicht op den vloer rust, het geluid wel anders was, doch vooral niet zwakker. Dit wijst er wel op, dat de gemeenschappelijke vaste vloer de grootste geleider zal zijn.

Alles saâmgevat zou ik willen zeggen, dat als ik een geruischlooze kamer gebouwd had, waarbij naar zes zijden het geluid zóó uitgesloten was als hier tusschen deze twee vertrekken, ik buitengewoon tevreden zou zijn geweest.

HOOFDSTUK X.

Besluit.

Wanneer ik nu als laatste werk, naga, op welke wijze de gehoorigheid in onze ziekenhuizen te verbeteren zal zijn, dan doe ik het beste door daarbij uit te gaan van alle oorzaken van rumoer, die ik in de »Inleiding» noemde en daarbij aan te geven, op welke wijze die oorzaken te vermijden zijn, of, waar zulks niet mogelijk is, de slechte uitwerking er van te niet te doen of te verminderen.

Tegenover het toenemende rumoer in onze steden staan wij medici machteloos. Waar wij geen causale therapie kunnen toepassen, daar moeten wij trachten, onze patiënten tegen het aanstormende kwaad te beschutten. Waar mogelijk, bouwe men een ziekenhuis in een rustige omgeving, ver van het gewoel. Deze raad klinkt haast te eenvoudig en te vanzelfsprekend om hier te noemen, ware het niet dat juist in de laatste tientallen van jaren eenige groote en eerste-rangs ziekenhuizen in verschillende steden gebouwd zijn op de meest rumoerige plaatsen, die men zou kunnen bedenken.

Waar het niet mogelijk is eene stille plaats te vinden, daar breke men met het tegenwoordige bouwsysteem en make, dat de ziekenkamers in de geluidsschaduw komen. De ziekenhuizen moeten dan niet langer met het aangezicht naar buiten gekeerd worden, doch juist naar binnen, gelijk bij de klassieke huizen het geval was. Men bouwe dus rondom groote binnenplaatsen of pleinen. Wil men per sé toch paviljoen-systeem of corridor-paviljoen-systeem, dan late men zulk een uitbouw in die binnenplaats uitsteken, zoodanig, dat toch aan alle zijden zonneschijn en lucht toe kunnen treden.

Dit is de eenige oplossing tegen de bezwaren van de eerste drie der genoemde oorzaken.

Ook bij dezen bouwtrant behoudt toch ieder gebouw zijn buitenkant. Er is echter niets tegen, vertrekken voor huishoudelijke doeleinden en desnoods ook het operatieve deel aan de buitenkanten te laten grenzen.

De vierde oorzaak van rumoer die ik noemde en eigenlijk ook de tiende, behooren tot het zooveel besproken vloer-zoldering vraagstuk. Dit vraagstuk is hier te lande door vele ziekenhuismedici voor haast onoplosbaar aangezien. Indien ik mij bij de bestudeering van het gehoorigheidsvraagstuk ergens over verbaasd heb, dan is het wel hierover.

Deze moeilijkheid was al lang opgelost en is elders nauwelijks een vraagstuk. Hier te lande is de oplossing in het vergeetboek geraakt, zooals uit het literatuuroverzicht blijkt [1]) (zie aldaar de mededeeling over Verhage). De Oudhollandsche vloer-zoldering bestond uit een houten ondervloer, die op de balken rustte en waarop een laag zand te liggen kwam, die op haar beurt weer met een tegelvloer bedekt werd. Zulk een vloer gaf een prachtige isolatie voor geluid. Men vergelijke daarvoor Proef 3 en 4 der eerste reeks van Hoofdstuk VI. Als men onder zulk een vloer-zoldering nog een modern plafond maakt, liefst aan afzonderlijke plafond-dragers, zooals in het Diaconessenhuis te Dordrecht [2]) en zooals door Verhave wordt aanbevolen [3]), is het uitgesloten, dat er eenig geluid, van welken aard ook, doorheen gaat. Zulke tegelvloeren of vloeren van bakken laten zich heel goed bedekken met terrasso, dolement, houtcement, linoleum of rubber, naar keuze.

Aan alle reinheidseischen kan dus worden voldaan. Tevens zijn zulke vloeren en zolderingen (als bijkomstig voordeel meteen meegenomen) veel veiliger bij brand dan het zoo gevaarlijke

---

[1]) en [2]) Zie Hoofdstuk III, pag. 41.

[3]) Zie pag. 73.

gewapend beton. Is men echter als verstokt-modern mensch absoluut gesteld op het gebruik van beton of Siegward-balken, dan kan dat ook even goed. Die betonvloer doet dan denzelfden dienst als de houten ondervloer bij de echte Oudhollandsche vloeren.

In Duitschland en Oostenrijk werden vloeren nooit gemaakt zonder zandlaag ertusschen. De bouwpolitie zou het niet toestaan. In Weenen wordt zelfs een minimum-dikte van 15 c.M. zand als eisch gesteld.

Het souvereine middel tegen de vijfde oorzaak van rumoer, is mijns inziens gelegen in het bouwen der ziekenhuizen in den Gothischen stijl Er is geen enkel bezwaar tegen, nog uit hygiënisch oogpunt, noch uit een oogpunt van soliditeit of aesthetica. Juist in gangen en hallen, die groote bronnen van resonance en nagalm zijn, komt deze bouworde het meest tot zijn recht en is het meest doeltreffend. Mijne onderzoekingen hebben mij geleerd, dat in Gothische gebouwen de resonance en de nagalm uiterst gering zijn, als men de grootte en den inhoud dier gebouwen in aanmerking neemt. De nagalm in de leege ziekenzaal van het Stedelijk Ziekenhuis alhier was langer dan de nagalm in welke Gothische kerk ook. In die ziekenzaal was die $6^1/_2$ sec. en in de Groote kerk alhier, wier inhoud ongeveer 130 maal zoo groot is, is de nagalm 5 sec; in de Lieve-Vrouwenkerk te Breda, wier inhoud ongeveer 118 maal zoo groot is, is hij slechts $1^3/_4$ sec. en dan nog zeer zwak. Het meest afdoende bewijs levert de Librye te Zutphen, met een inhoud van ongeveer even groot als die ziekenzaal en ook geheel van steen, die geen aantoonbaren nagalm heeft.

In een bestaand gebouw, waar dus deze bouwstijl niet toe te passen is, is de nagalm in de gangen toch nog wel belangrijk te verbeteren. Men brenge daartoe op diverse plaatsen veerende tochtdeuren aan, die echter niet bij 90^0 open blijven staan, doch die van zelf weer dicht vallen. Daardoor werden de gangen in

afzonderlijke ruimten verdeeld, met kleineren inhoud, dus met korteren nagalm. Volgens de formule van Sabine is de verkorting van den nagalm recht evenredig met de verkleining van den inhoud.

Verder is op eenvoudige wijze het terugkaatsen van de geluidsgolven door de muren, te verminderen. Uit de proeven van Sabine is gebleken dat een olieverfschilderij veel geluid dempt. Men ga dus de wanden van de gangen behangen. Niet met papier, doch met linnen, dat zich goed laat beschilderen. Men spanne dit langs de muren in groote vakken, ingevat in vlakke lijsten met schuin afgewerkt randje. Het worden dus paneelen in vlakke lambriseeringen. Men verve dit linnen glad af in één geheel met de lijsten. Men krijgt dan weer een naadloos geheel, waarin geen stof blijft hangen. Ten overvloede belegge men de vloeren geheel met linoleum, of, als men een ruime beurs heeft, met dik rubber. Door dezen maatregel slaat men twee vliegen in een klap. Daardoor toch ontstaat er bij het loopen en bij het neerzetten van voorwerpen veel minder geluid en ook wordt hierdoor de terugkaatsing nog eenigszins verminderd. In de operatiekamers kan men deze verbeteringen niet aanbrengen. Daar stelt de reinheid veel hoogere eischen dan in de gang. Een operatiekamer moet uitgespoten kunnen worden. Nu is het niet zoo heel erg, als de acoustiek daar slecht blijft. De patiënten vertoeven er slechts kort en veelal in narcose. De gezonden moeten zich maar aanpassen en moeten er zich maar liever op toe leggen, zacht met elkaar te spreken.

Als zesde oorzaak noemde ik de ronde hoeken. Het gaat niet aan, deze bij de vloeren op te offeren, doch wel kan men er op bedacht zijn, den straal van den erin passenden cirkel zoo klein mogelijk te nemen. Langs de zoldering en langs de opstaande ribben kan men de ronde hoeken veilig weg laten. Men spuit een ziekenzaal niet uit, zooals een operatiekamer. De ronde hoeken hebben dus daar geen zin.

Als zevende oorzaak noemde ik het aanwezig zijn van een

groot aantal buizen. Het is zeer moeilijk, tegen deze oorzaak een afdoende oplossing te vinden. Men kan echter wel aan het bezwaar tegemoet komen. Men late de buizen niet als een onafgebroken geheel doorloopen, doch onderbreke ze op verschillende plaatsen en voege ze daar aaneen, door middel van flenzen, waartusschen een laagje klingerit, asbest, fiber of rubber gelegd worde. Het beste is klingerit, dat het meeste contact-geluid tegenhoudt en dat zeer goed stoomhitte verdraagt. Deze flenzen moeten wellswaar door klemschroeven bij elkaar gehouden worden, doch er is niets tegen, daartusschen ook zulk een laagje te leggen.

Door dezen maatregel vermindert men wel de voortgeleiding door het metaal der buizen, doch niet die door den stoom of door het water. Dat is niet te ondervangen. Nu worden doorgaans in een nieuw gebouw al deze buizen door het sous-terrain in één bundel bijeen gehouden en laat men ze langs den kortsten weg van daar tot onder de plaats van bestemming brengen, vanwaar zij dan rechtstandig naar boven gaan. Het is raadzaam, deze opstijgende buizen, die in direct contact met de muren komen, daarvan te isoleeren, door ze in te pakken in eene poreuze stof en op te sluiten in een koker. Als inpakkingsmiddel komen in aanmerking: wol, katoen, zeegras (quilt), turfmos, zand, etc.

Voor de centrale verwarming helpt zulk eene inpakking niet, aangezien daarbij juist het contact-geluid vanuit den verwarmingsketel het sterkst in de radiatoren gehoord wordt. [1]) Nu is dat gelukkig niet zoo heel erg, aangezien als regel een centrale verwarming slechts tweemaal daags verzorgd behoeft te worden en het voortgeplante geluid niet overmatig luid is.

Om het lawaai van het volloopen der reservoirs van de W. C.'s te dempen, pakke men deze reservoirs in stevige kisten

---

[1]) Zie daarover mijn proef vermeld in Hoofdstuk IV, pag. 76.

met goed isoleerende wanden. Die wanden moeten dus uit verschillende lagen bestaan, afwisselend zware en poreuze stoffen.

Wat de achtste oorzaak betreft, het gebrom van de electrische lift, is de oplossing heel eenvoudig. Men neme geen electrische lift doch een hydraulische. Die maakt geen lawaai en schokt niet bij het begin en bij het eind, zooals een electrische. Men make bovendien deuren voor de openingen en geen dichtkletterend hek.

De bestrijding van de negende oorzaak geeft meer moeilijkheden. Uit een oogpunt van soliditeit is het toch zeer gewenscht, dat alle onderdeelen van een gebouw stevig met elkaar verbonden zitten. Toch wil het mij voorkomen, dat zonder opofffering van de soliditeit er veel minder contact kan zijn en wel juist op die punten, die voor de voortplanting van het geluid van groot belang zijn. Evengoed als men zonder bezwaar de buitenmuren met een spouw kan bouwen, kan men dat ook de binnenmuren doen. Daardoor voorkomt men b.v. zoo iets als wat ik in die eerste-klasse kamer van de Franç Heit. Baesjoustichting waarnam, n.l. dat het geluid van het loopen op de trap door den dragenden muur overgenomen en versterkt werd. Ook voor het vloer-zoldering-vraagstuk is dit van belang. De soliditeit lijdt er niet onder, als men de plafonds aan andere balken bevestigt, dan die waarop de vloeren rusten, zooals ik, bij de beschrijving daarvan, heb aanbevolen. Ik zou haast willen zeggen: integendeel. Juist door trillingen en schuddingen te vermijden, blijft alles veel meer intact. Men kan de daar aangegeven methode nog meer verbeteren, door de kopeinden van de balken, die de vloeren dragen, in een anderen muur te laten rusten dan die waaraan het plafond hangt. Wil men deze afwerking nog verder perfectionneeren, dan omwikkele men die kopeinden der balken met geïmpregneerd vilt. Zooals in het litteratuur-overzicht reeds vermeld is, heeft de ervaring der bouwkundigen bewezen, dat dit zeer goed mogelijk is en dat

het zeer voldoet. Nu eischen de meeste bouwverordeningen, dat althans de helft der balken in den muur verankerd moeten liggen. Daaraan is niet te ontkomen. Men bevestige zulk een anker in het hart van den balk, dus daar waar de minste beweging is bij doorbuigingstrillingen.

Bij het leggen van de terrasso-vloeren zorge men er voor, dat er geen innig steenen verband kome tusschen vloer en muur. Men legge er bij het maken een reep fiber of klingerit tusschen. Deze stoffen leenen zich uitstekend voor dit doel; zij zijn duurzaam, geleiden contact-geluid zeer slecht [1]) en zij zijn eenigszins elastisch, zoodat bij het krimpen van de terrasso de naad geheel gevuld blijft.

Men neme verder geen gemetselde baden of baden die ingemetseld worden, en daardoor weer met den vloer één compacte massa vormen. Men neme badkuipen, die op pooten staan en die men bovendien van den vloer kan isoleeren door het onderleggen van stukjes fiber, klingerit, rubber of kurk.

Ook badkamer en W. C. bouwe men met een spouwmuur en zorge ervoor, dat er althans twee deuren komen tusschen een dier vertrekjes en een ziekenzaal.

Men neme voor den toegang tot de ziekenzalen ook veerende deuren, die niet open kunnen blijven staan. Waar mogelijk, bouwe men de ziekenzalen met een voorportaal, zoodat zij in elk geval door twee stel deuren van de gang gescheiden worden.

Men make de deuren naar ziekenzaal of ziekenkamer niet van enkel hout, doch neme afwisselende lagen met molton of vilt er tusschen. Nog beter is eene combinatie van hout in het midden, aan beide zijden bekleed met molton en daarover aan beide kanten eterniet. [2]) Dit laatste heeft bovendien het groote voordeel, dat het niet trekt, dus geen naden vormt en dat het

---

[1]) Zie Hoofdstuk V en tabel op pag. 80.
[2]) Zie Hoofdstuk VI, pag. 88 en 89.

aan ééne zijde volkomen glad is, dus zich prachtig laat reinigen. Ook is het onbrandbaar.

Dit hoofdstuk kan ik niet sluiten, zonder in korte trekken te hebben aangegeven, op welke wijze, naar mijn overtuiging, een nagenoeg geruischlooze kamer in een ziekenhuis is in te richten, zonder opoffering van andere eischen der hygiëne. Het is niet mogelijk, in een ziekenhuis zulk een kamer te construeeren, geheel zooals Zwaardemaker dat deed. Zulk een cel, met weinig daglicht en bekleed met zulke stofnesten als trichopièse en een Smyrnaasch kleed, is geen verblijf voor een patiënt. De grondgedachte van Zwaardemaker: het in elkaar zetten van diverse groote doozen en het afwisselen van lagen met verschillend geleidingsvermogen, is echter volkomen juist en moet gehandhaafd blijven. Waar men echter onder andere omstandigheden moet werken en met een eenigszins ander doel voor oogen dan Zwaardemaker, zal de uitvoering ook eenigszins anders moeten worden.

Men beginne met uit te gaan van denzelfden gedachtengang als hij, en omringe de te bouwen geruischlooze kamer door eene serie van vertrekken, waarin het reeds tamelijk rustig is. In een ziekenhuis komen hiervoor in aanmerking: Röntgenkamer, donkere kamer voor photographie, kamer voor electro-cardiographie, magazijn van de apotheek, directeurskamer en dergelijke. In ieder geval zal het weer eenigszins anders moeten gebeuren.

Sieveking en Behm, Berger en Spijkerboer hebben ons geleerd, dat vaste en zware wanden het beste middel zijn om luchtgeluid tegen te houden.

Ook mijn eigen proeven hebben tot dezelfde uitkomst geleid [1]). Een zware en dikke mnur laat geen luchtgeluid door. Contactgeluid wordt daardoor echter zeer goed voortgeleid. Bij het bouwen van de geruischlooze kamer zelf dient men met deze eigenschappen rekening te houden. Op een zwaren en vasten

---

[1]) Zie Hoofdstuk VI, pag. 95.

wand, die luchtgeluid slecht overneemt, doch contact-geluid goed geleidt, moet een poreuze laag volgen met precies omgekeerde eigenschappen. Wat door de eene laag zich heeft voortgeplant, wordt door de volgende laag tegengehouden. Als poreuze stoffen komen voor dit doel in aanmerking: lucht vilt, trichopièse, zeegras (in den vorm van quilt of als trichopièse végétale), zand etc. Voor de opstaande wanden is het meest practisch een dunne luchtlaag. Theoretisch is één luchtlaag voldoende. Contact-geluid toch, dat door den buitensten muur is voortgeleid, moet in lucht-geluid overgaan om zich op den tweeden muur te kunnen voortplanten. Als die tweede muur nu dik en zwaar genoeg is, om aan luchttrillingen weerstand te bieden, is men klaar. Men moet dan echter wel zeer zwaar bouwen en zeker zijn, dat bij de uitvoering nergens ook maar de kleinste fout gemaakt is, er nergens eenig contact gekomen is tusschen de muren en dat er nergens naden of kieren gekomen zijn. Men gaat dus veiliger, als men drie wanden neemt. Men heeft dan tevens het voordeel, dat men variatie kan aanbrengen en de verschillende wanden verschillend voortgeleidingsvermogen hebben en iedere wand weer een andere toon heeft. Men make b.v. den buitensten muur van zwaar metselwerk, den tweeden muur van beton en den derden van drijfsteen. Deze binnenste doos behange men met een bekleedsel, dat zich goed laat reinigen en dat toch geen geluid in noemenswaarde sterkte terugkaatst. Dit is noodig, om het resonneeren in het vertrek zelve te voorkomen. Uiterst zwakke geluiden, die, ondanks alle architectonische maatregelen, toch nog mochten zijn doorgedrongen, zoo zwak, dat zij niet meer gehoord kunnen worden, zouden anders, door resonance, wel eens juist zooveel versterkt kunnen worden, dat zij boven den geluidsdrempel zouden uitkomen. Dit voorkomt men door het aanbrengen van een niet-terugkaatsende binnenbekleeding.

De spouwen moeten zoo smal zijn, dat in die luchtruimten geen resonance kan ontstaan.

In den vloer kan men geen luchtlagen tusschen de drie lagen nemen. Men vulle dus daar de tusschenruimten met droog zand op. Bouwt men parterre, dan kan de onderste vloer de bovenvlakte van het fundament zijn. Het verdient n.l. aanbeveling in dat geval een vrij fundament te nemen, vrij van de overige fundamenten van het gebouw, opdat contactgeluiden in de muren van het gebouw zelf, niet direct op de te construeeren kamer kunnen worden overgedragen. Den ondersten vloer kan men in dat geval dan ook, evenals den buitensten muur, die ermee correspondeert, van metselsteen maken. Moet men op een étage bouwen, dan is het aangewezen daarvoor een betonvloer te nemen, aangezien die de meeste draagkracht heeft. Ook Voss heeft als ondersten vloer gewapend beton gebruikt, om dezelfde reden. [1]).

Den tweeden vloer neme men in elk geval van gewapend beton, daar die den middelsten muur moet dragen en met zijn volle vlakte op de zandlaag kan rusten. De derde of binnenste vloer behoeft geen muur te dragen. Een muur van drijfsteen is zoo licht, dat die heel wel direct op de onderliggende zandlaag kan rusten. Men kan, voor de afwisseling, dezen bovensten vloer van bakken nemen, die aan elkaar gemetseld worden. Dezen tegelvloer kan men dan heel gevoeglijk geheel afdekken met een looden plaat, welke op haar beurt weer bedekt kan worden met dik kurklinoleum of rubber.

Bij de zoldering moet, juist omgekeerd als bij de vloeren, de bovensle laag de zwaarte zijn, 1o. omdat die kan rusten op de zwaarste muur en 2o omdat, indien er nog een étage boven de geruischlooze kamer mocht komen, deze bovenste zoldering voldoende draagvermogen moet bezitten. Het meest practisch is het, hiervoor dezelfde constructie te nemen als elders in het ziekenhuis, en zooals in dit hoofdstuk op pag. 115, is aangegeven.

---

[1]) Zie Hoofdstuk II, pag 52 e.v.

De volgende lagen dienen dan, om een laatste restje geluid, dat nog door die, reeds zeer goede, zoldering mocht heendringen, op te vangen en tegen te houden. De middelste zoldering neme men dan weer van beton, zoodat de geheele middelste doos uit die stof bestaat. Als men nu de ruimte tusschen deze beide lagen grooter neemt dan de breedte van een spouw, heeft men gelegenheid, over deze betonzoldering een laag quilt te leggen, die de spouwen overbrugt en die dan tevens een laagje droog zand kan dragen.

De derde of binnenste zoldering make men, voor afwisseling, van hout, rustend op balkjes, die hun steunpunten in het muurtje van drijfsteen vinden. De houten zoldering bedekte men aan de bovenzijde met een looden plaat, het beste middel tot het tegenhouden van een eventueel laatste restje geluid. Voor de nette afwerking hange men onder de balkjes een plafond.

Voor verlichting make men gerust een behoorlijk venster. Men neme drie ruiten van zoo dik mogelijk glas. Mijne proeven hebben mij geleerd, dat een enkele zeer dikke ruit meer geluid tegenhoudt, dan drie ruiten van matig dik glas. Aangezien ventilatie op andere wijze kan worden aangebracht (waarover aanstonds), bevestige men de ruiten heel priecies sluitend in de drie muren. Mocht het zijn, wat haast niet denkbaar is, dat deze drie zware glasplaten nog eenig geluid zouden doorlaten, dan kan men, aangezien de muren dik genoeg zijn, het aantal zelfs tot zes uitbreiden.

Men make ook drie deuren. Deze eischen bijzondere zorg. Zij moeten ook weer uit verschillende lagen bestaan van afwisselend zware, vaste stoffen en lichte poreuze. Daarbij zijn dan verschillende combinaties mogelijk. Door in iedere deur weer een andere combinatie te nemen, ken men een groote afwisseling van lagen krijgen.

De deuren moeten zwaar zijn en dik en langs de randen trapsgewijze afloopen. Deze trappen moeten heel precies passen

in de sponningen van de architraaf, wat het best te bereiken is door eene afwerking in metaal, zooals bij de brandvrije kluisdeuren. Ook kan men ze, precies in elkaar passend, in beton laten gieten. Naar ik meen, zijn zulke deurranden van gegoten beton in den handel.

De deuren moeten gesloten worden met soortgelijke sloten als bij oude spoorwagen-coupé's in gebruik waren, m. a. w. doordat het slot langs een hellend vlak glijdt, wordt de deur stijf in de sponningen gedrukt.

Verder moet men erop bedacht zijn, dat de twee deuren, die in dezelfde richting draaien, zoo ver mogelijk van elkaar komen en dat de binnenste dier twee smaller zijn dan de buitenste. Anders is het niet mogelijk, van beide zijden de deuren te sluiten en te openen. Is er gelegenheid de geruischlooze kamer met een voorportaal te maken, zooals in Oudenrijn, in Frankfort en in Erlangen het geval is, dan kan men het zóó inrichten, dat de buitenste deur toegang geeft tot dit voorportaal, en dat van de beide andere deuren er één opendraait naar het voorportaal toe en de andere naar de kamer.

De ventilatie worde als volgt tot stand gebracht. De bedorven lucht zuige men weg door middel van een electrischen ventilator. Bij de gedruischlooze kamer in Oudenrijn [1]) is de electrische ventilator een der groote struikelblokken geweest. Nu het mij echter gelukt is, eene methode te vinden, waardoor het mogelijk is een luchtstroom over te brengen zonder overbrenging van geluid, is tegen het gebruik van zulk een vleugel-ventilator geen bezwaar meer. Men make dus tusschen de geruischlooze kamer en den ventilator eene inrichting, zooals door mij in Hoofdstuk VII beschreven is. Ik bedoel natuurlijk niet, dat de lucht dan per sé een kamertje moet passeeren, uit turven opgebouwd, doch

[1]) Zie: Iets over het geluidsvraagstuk in ziekenhuizen in het algemeen en over de geruischlooze kamer in het bijzonder, door J. I. A. B. van Roijen. Overgedrukt uit „Het Ziekenhuis" No. 1 en 2, 1919.

in elk geval een of meer kamertjes met wanden, die uit vele scherpe hoeken bestaan, dus een *niet*-resonneerend kamertje. De versche lucht van buiten af late men ook zulk eene inrichting passeeren.

Men drage bij deze wijze van werken echter goed zorg, dat de toe- en afvoerende buizen zelf weer geen oorzaak worden van voortplanting van geluid. Men neme buizen van lood, die geen luchtgeluid doorlaten. Bij het passeeren van de verschillende wanden van het geruischlooze kamertje mogen zij daarmede niet in direct contact komen. Zij moeten dus van die wanden door viltlagen gescheiden werden. Buiten het vertrek moeten de buizen en de kamertjes door goede inpakking in poreuze stoffen, waaromheen weer andere vaste lagen, tegen indringen van contact-geluid beveiligd worden. Om de mogelijkheid te ontgaan, dat op de eene of andere wijze vanaf den ventilator zich contact-geluid aan de buis zou mededeelen en daardoor worden voort-geleid, make men op verschillende plaatsen koppelingen met fiber of klingerit, (of liever van beide).

Waar de geruischlooze kamer dan ingepakt is in vele wanden en omgeven door vertrekken, die 's winter behoorlijk verwarmd worden, mag men er op rekenen, dat er een tamelijk constante temperatuur zal heerschen. Kunstmatige verwarming is er dus hoogstwaarschijnlijk niet noodig. Eventueel zou eene kleine aan-vulling langs electrischen weg altijd nog mogelijk zijn.

Het is mijne overtuiging, dat men, door op deze wijze te handelen en door bij den bouw tastenderwijze te werk te gaan, een vertrek kan krijgen, dat geruischloos is en tevens goed verlicht en goed geventileerd.

STELLINGEN

I.

Het is mogelijk, in een geruischloos vertrek versche lucht toe te voeren en bedorven lucht af te voeren, zonder overbrenging van geluid.

II.

Door gangen, hallen en portalen in Gothischen stijl te bouwen, kan het rumoer in de moderne ziekenhuizen belangrijk worden verminderd.

III.

Het primair hechten van huidwonden, door een ongeval veroorzaakt, moet in de algemeene praktijk in den regel als een kunstfout worden aangemerkt.

IV.

De reactie van Von Pirquet op latente tuberculose is voor de diagnostiek onbetrouwbaar.

V.

Vroegtijdige actieve bewegingen na luxatie zijn niet altijd aan te bevelen.

VI.

Aan den eisch der chirurgen, appendicitis binnen de eerste 24 uren na het ontstaan te laten opereeren, is in de praktijk niet te voldoen.

VII.

In plaats van Simili similibus curantur, zegge men: Similia similibus curentur.

VIII.

Voor een harmonische ontwikkeling van het nog groeiende lichaam is een goede, individualiseerende gymnastiek van grootere waarde dan sport.

IX.

Bij een normaal verloopende baring is het kunstmatig breken der vliezen af te raden.

X.

Zware vormen van neurasthenie en hysterie komen meer voor op het platteland dan bij stedelingen.

XI.

Het gebruik van zelfs zeer kleine hoeveelheden alcohol werkt storend op het verrichten van accuraten hersenarbeid.

XII.

Pneumonieën kunnen een aanleidende oorzaak zijn tot het uitbreken van longtuberculose.

XIII.

Voor de kunstmatige voeding van zuigelingen verdienen fabriekmatig bereide melkpraeparaten veelal de voorkeur boven die welke thuis bereid zijn.

XIV.

Bij acute gastro-entiritis in steden, die haar drinkwater uit rivieren putten, kan Veratrum album, in kleine hoeveelheden toegediend, een doeltreffend en snelwerkend geneesmiddel zijn.

XV.

Het toedienen van antipyretica bij acute koortsige ziekten verdient geen aanbeveling.

Ac. 68395