

Max Planck Research Group  
Epistemes of Modern Acoustics

---

# Sound & Science: Digital Histories



Scan licensed under: [CC BY-SA 3.0 DE](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/) | Max Planck Institute for the History of Science



**MAX PLANCK INSTITUTE  
FOR THE HISTORY OF SCIENCE**

PUBLICATIE No. 2 DER GELUIDSTICHTING

---

PRIJS 40 CT.

# GRONDSLAGEN DER BOUWACOUSTIEK

DOOR

**Ir. C. BOOT**

DIRECTEUR VAN DEN LOONMEETDIENST  
DER GELUIDSTICHTING

---

Gedrukt en uitgegeven in opdracht van de Geluidstichting  
door de N.V. Technische Boekhandel en Drukkerij  
J. Waltman Jr. - Delft

---

Publicatie, geheel of gedeeltelijk, zonder schriftelijke  
toestemming is verboden

PUBLICATIE No. 2 DER GELUIDSTICHTING

---

**PRIJS 40 CT.**

# **GRONDSLAGEN DER BOUWACOUSTIEK**

DOOR

**IR. C. BOOT**

**DIRECTEUR VAN DEN LOONMEETDIENST  
DER GELUIDSTICHTING**

---

Gedrukt en uitgegeven in opdracht van de Geluidstichting  
door de N.V. Technische Boekhandel en Drukkerij  
J. Waltman Jr. - Delft

## VOORWOORD.

De Geluidstichting stelt zich ten doel de behandeling van Geluidsvraagstukken in den meest algemeenen zin des woords. Hieronder is begrepen het acoustisch keuren van materialen en constructies, teneinde den constructeur door deze cijfers in staat te stellen de acoustische eigenschappen reeds bij het ontwerp vast te leggen. De voornaamste proefnemingen, alsmede de resultaten welke voor verschillende materialen verkregen zijn, zijn in deze brochure samengevat ter verbreiding.

Thans is een door de Geluidstichting ingestelde Commissie bezig een enquete in te stellen naar de bestaande acoustische woningtoestanden. Bestaande constructies worden onderzocht en de fouten opgespoord.

Het bovengenoemd onderzoek, en het researchwerk, het op stapel zetten van nieuwe onderzoekingen, brengt kosten met zich, en waar het algemeen belang door deze onderzoekingen gediend wordt, de gehorigheid in de bouw bestreden wordt, is het zaak voor alle geïnteresseerden de Geluidstichting als donateur te steunen.

De bijdragen zijn:

voor zakelijke donateurs minimum f 25,— per jaar,

voor persoonlijke donateurs minimum f 10,— per jaar.

Hiervoor ontvangt men de publicaties, welke de Geluidstichting uitgeeft, terwijl de zakelijke donateurs 10 % korting krijgen op het acoustisch onderzoek van materialen en constructies.

Delft, April 1935.

Ir. C. BOOT.

## INHOUD.

Inleiding . . . . .	3
Geluidisolatie . . . . .	4
Geluidabsorptie. . . . .	6
Geluidistributie . . . . .	10
Aanhangsel . . . . .	11

---

### 1. INLEIDING.

Bij den bouw van woningen, woningcomplexen, bioscoop-, schouwburg- en concertzalen wordt steeds meer aandacht aan het acoustische deel gewijd. De Geluidstichting geeft hieronder een kort overzicht van de voornaamste metingen welke de Loonmeetdienst voor opdrachtgevers verricht, aangevuld door een paar tabellen met acoustische cijfers, dat in de bouwwereld, zoowel bij architecten als aannemers en handelaren in bouwmaterialen, zijn weg wel zal vinden. De voornaamste acoustische eigenschappen en de meetmethoden, volgens welke ze worden gemeten zijn hieronder opgenomen benevens enkele toepassingen en een literatuurlijst.

De op den voorgrond tredende eigenschappen in de bouwacoustiek zijn: *Geluidisolatie*, *Geluidabsorptie* en *Geluidistributie*.

*Geluidisolatie* heeft ten doel te beletten dat geluiden van buiten af in een vertrek of zaal doordringen. Oeningen in de wanden waar het geluid door naar binnen dringt, zijn uit den boeze.

*Geluidabsorptie* heeft ten doel het mee- en nagalmen van het geluid te verminderen. Het door de muren gereflecteerde geluid is minder sterk naarmate er meer geabsorbeerd wordt. Een opening in de wand heeft een absorptie van bijna 100 %. Al het opvallend geluid verdwijnt. Oeningen zijn in dit opzicht dus gunstig.

De bestudeering van *Geluidistributie* heeft ten doel van een voorloopig zaalontwerp te beoordeelen, of op elke plaats in de zaal de verstaanbaarheid goed zal zijn, of echo's gevormd zullen worden, of door toevallige concentratie van het geluid als het ware een tweede spreker gehoord wordt, e.d.

## 2. GELUIDISOLATIE.

De geluidisolatie van een proefmuur wordt bepaald door de verhouding van opvallende en doorgelaten geluidenergie. Indien b.v. 0,1 % van het opvallend geluid doorgelaten wordt, qualificeert dit cijfer de muur. Het uitdrukken in procenten geeft een valsche voorstelling van het effect, daar het oor ongeveer logaritmisch werkt. De schaal waarin de isolatiecijfers uitgedrukt worden is eveneens logaritmisch.

Als maat voor de isolatie wordt aangenomen:

*de logarithme van de verhouding van opvallende en doorgelaten geluidenergie.* Men zegt, dat de zoo aangeduide isolatie uitgedrukt is in *bel*. Deze eenheid is echter voor praktische doeleinden te groot. In de practijk werkt men liever met tiende gedeelten van deze eenheid; de z.g. *decibel*.

Indien we dus een energieverhouding hebben van

1 :	10	dan is de isolatie	1 bel of	10 decibel (db).
1 :	100	idem	2 bel „	20 decibel.
1 :	1000	idem	3 bel „	30 decibel.
1 :	1000000	idem	6 bel „	60 decibel.

enz.

Indien een wand één pro mille, d.i. 1/1000 gedeelte van de opvallende geluidenergie doorlaat, wordt de isoleerende waarde van deze wand aangegeven door een isolatiecijfer van 30 decibel.

Een geluidverschil van 20 decibel wordt *ongeveer* twee maal zoo sterk ondervonden als een verschil van 10 decibel. Een geluidverschil van 40 decibel dus ongeveer twee maal zoo sterk als een geluidverschil van 20 db. en viermaal zoo sterk als een van 10 db.

De fysiologische waarneming is ook sterk afhankelijk van de toonhoogte of de samenstelling van de klank.

Er is een drempelwaarde voor de geluidsterkte, waar beneden het menschelijk oor geen geluid meer waarneemt. Men is gewoon deze drempelwaarde als het nulpunt van de luidheidsschaal aan te nemen. Onder een geluid van 60 db sterkte, in een bepaalde ruimte verstaat men een geluid, dat men met



60 db zou moeten verzwakken om het op de gehoorrens te brengen. Als de scheidingswand tusschen twee vertrekken 30 db isoleert, zal een in het eerste vertrek opgewekt geluid van 60 db op 30 db verzwakt in het nevenvertrek gehoord worden, ondanks het feit dat „slechts” 0,1 % wordt doorgelaten. Een normaal spelend radiotoestel heeft ongeveer een sterkte van 50 db. Wil dit geluid dus volkomen geïsoleerd worden, dan moet de isolatie van dat vertrek ten minste 50 db zijn.

Als toelaatbare minimum isolatiewaarden zijn te beschouwen:  
*voor scheidingswanden tusschen vertrekken in eenzelfde woning 30 db,*

*voor scheidingswanden tusschen twee woningen onderling 60 db.*

Bij een isolatie van 30 db is een normaal stemgeluid nog hoorbaar, maar nauwelijks verstaanbaar.

Bij een isolatie van 60 db daarentegen is normaal stemgeluid niet meer verstaanbaar, terwijl een zeer luidspelende radio niet meer storend werkt.

Voor ziekenhuizen en studio's zijn hogere isolatiecijfers vereischt.

Voor naast elkaar liggende woningen is de plaatsing van de ramen van groot belang, daar deze veelal zwakke punten voor de geluidisolatie vormen. Het geluid komt dan niet door de muren, maar buitenom van de eene woning in de andere. Opvoering van het isolatiecijfer van de scheidingswanden heeft dan geen zin en maakt den bouw noodeloos duur. Bij het ontwerpen is het noodzakelijk de geluidisolatiecijfers der diverse materialen en constructies te kennen. Deze dienen daarom van te voren onderzocht te worden, opdat een onderlinge vergelijking mogelijk is en het effect van een constructie vooraf bepaald kan worden.

Het meten van het isolatiecijfer van een materiaal of constructie geschiedt door een proefstuk als scheidingswand te gebruiken tusschen twee ruimten. In de eene ruimte wordt met behulp van luidsprekers een geluid voortgebracht, waarvan de sterkte met een microfoon en versterker gemeten wordt. Daarna wordt in de tweede ruimte de energie van het geluid bepaald, dat door het proefstuk doorgelaten wordt. Uit de verhouding van deze energieën volgt direct het isolatiecijfer van het proefstuk. Om onafhankelijk te worden van het



al of niet optreden van resonanties, tengevolge waarvan een onjuist isolatiecijfer gemeten zou worden, varieert de meetfrequentie automatisch tusschen 200 en 1500 perioden per seconde.

Op deze wijze is het mogelijk bouwplaten en constructies te onderzoeken en desgewenscht te bepalen of laschplaatsen van het materiaal aan de gestelde eischen voldoen.

Daar de geheele apparatuur transportabel is, kunnen isolatiecijfers van bestaande muren en plafondconstructies onderzocht worden.

Op dezelfde wijze is het mogelijk het isolatiecijfer van twee vertrekken in dezelfde of verschillende woningen te bepalen. In het eene vertrek wordt de luidspreker geplaatst en de geluidenergie met de microfoon en versterker installatie gemeten. Daarna wordt de geluidenergie in het andere vertrek gemeten. Uit de verhouding der beide gemeten energieën volgt het isolatiecijfer.

Indien het isolatiecijfer van twee vertrekken niet aan de gestelde eischen voldoet, kunnen de zwakke plaatsen met behulp van de microfoon opgespoord worden. Dikwijls is gebleken dat het isolatiecijfer van vertrekken aanzienlijk lager was, dan het isolatiecijfer van de muren of plafonds. Nader onderzoek leidde veelal tot de conclusie, dat slecht afdichtende deuren en ramen, ofwel groote kieren bij de aansluiting van de vloerplafond constructie aan de muren, de oorzaak waren. In geval van verschil van meening over de oorzaak van fouten in de geluidisolatie, bezitten de metingen arbitrale waarde.

### 3. GELUIDABSORPTIE.

Indien men in een vertrek met „harde” wanden, b.v. gepleisterde muren, een sterk geluid voortbrengt en men laat de geluidsbron plotseling ophouden, zal het nog eenige oogenblikken duren, voordat het geluid verdwenen is. De geluidsgolven worden door de muren gereflecteerd en na het afbreken van het geluid zijn er dikwijls enkele seconden noodig, voordat het geluid geheel uitgestorven is. De totale uitsterftijd is, behalve van de eigenschappen van de kamer, afhankelijk van de sterkte van het oorspronkelijk geluid. Teneinde een praktische maat voor de snelheid van het uitsterven van het geluid te hebben, definieert men den *nagalmtijd*, als de tijd, gedurende

welke het geluid tot op één millioenste van zijn oorspronkelijke sterkte afzakt, dus met een bedrag van 60 db vermindert.

Een harde kamer heeft veel galm en het is voor een spreker niet mogelijk, zich verstaanbaar te maken. Muziek wordt slecht weergegeven. Wil men dit bezwaar opheffen dan moet men den nagalmtijd verkorten. Dit kan geschieden door absorptie-middelen op de wanden of in de zaal aan te brengen. Ook een te kort aan galm is ongewenscht. Te groote absorptie verzwakt het geluid te veel. Bovendien ondervindt men, dat ondanks een goede verstaanbaarheid zoowel het gesproken woord als de muziek afgebeten, dood en onaangenaam aandoend klinken. De gunstigste nagalmtijd voor zalen voldoet aan de volgende tabel, waarbij een tolerans is toegelaten die afhankelijk is van het doel van de zaal.

Zaalinhoud in m <sup>3</sup> .	Nagalmtijd in sec.
350	1,1
700	1,2
1400	1,3
2400	1,4
3900	1,5
6000	1,6
9500	1,7
14500	1,8
20000	1,9
27000	2,0

Men verkort den nagalmtijd door op de muren absorptie-middelen aan te brengen. Deze oppervlakken bezitten een zacht of/en een poreus oppervlak. Zij kaatsen het geluid, dat er opvalt, slechts gedeeltelijk terug. De absorptiecoëfficiënt wordt gedefinieerd als het gedeelte van het geluid, dat bij één reflectie geabsorbeerd wordt. Indien alles geabsorbeerd wordt, wat practisch onmogelijk is, is de absorptie 100 %, de absorptiecoëfficiënt dus 1,00. Wordt de helft geabsorbeerd, dan is de absorptiecoëfficiënt 0,50 enz. Een open gat in de muur absorbeert, afgezien van de randwerking, 100 %, want het geluid dat er opvalt gaat erdoor en verdwijnt. We kunnen de absorptie daarom uitdrukken in m<sup>2</sup> „open raam”. Ter verduidelijking van deze uitdrukking de volgende voorbeelden:

Een plaat van 6 m<sup>2</sup> oppervlak met een absorptiecoëfficiënt van 0,50 heeft een absorptie van 3 m<sup>2</sup> open raam (m<sup>2</sup> O.R.). Een plaat van 10 m<sup>2</sup> met een absorptiecoëfficiënt van 0,18 heeft een absorptie, gelijk aan 1,8 m<sup>2</sup> O.R.

De nagalmtijd van een ruimte wordt bepaald door het volume en de absorptie en wel volgens de door den Amerikaan Sabine gevonden formule:

$$t = \frac{1}{6} \cdot \frac{V}{A},$$

waarin  $t$  de nagalmtijd in seconden,  $V$  het volume in cubieke meters en  $A$  de totale absorptie van de ruimte in quadraat meters open raam voorstelt.

Men is dus aan een bepaalde absorptie gebonden om een gunstigen nagalmtijd te krijgen.

De stoelen in een zaal, de gordijnen, het publiek e.d. moeten eveneens voor absorptie in rekening gebracht worden.

Men kan daarna berekenen, hoeveel absorptie aangebracht moet worden, en uit het beschikbare oppervlak de absorptiecoëfficiënt van het te benutten materiaal bepalen. Het is evenzeer onjuist, materiaal met een te groote als materiaal met een te kleine absorptiecoëfficiënt te gebruiken. Wanneer een groot oppervlak ter beschikking staat, zijn materialen met kleinere absorptie het meest aangewezen, daar de gelijkmatigheid der wandbedekking het aestetisch uiterlijk ten goede komt.

Ruimten, waarin een langere nagalmtijd gevraagd wordt, b.v. kerken en restaurantzalen, kunnen eveneens bekleed worden met materialen met lagere absorptiecoëfficiënt.

Indien, tengevolge van het onderzoek betreffende de geluidsdistributie blijkt, dat verkeerde reflecties, echo's of tweede sprekers optreden, kunnen deze gebreken veelal vermeden worden door op de daarvoor aangewezen plaats het geluid te absorbeeren. Dan zijn materialen met hooge absorptiecoëfficiënt de aangewezenen.

Een leege zaal heeft een langeren nagalmtijd dan een volle en is dus meestal slechter bespreekbaar. Voor publiek brengt men meestal een absorptie van 0,40—0,45 m<sup>2</sup> O.R. per persoon in rekening.

Het verdient aanbeveling, den nagalmtijd van een zaal vrijwel onafhankelijk van het aantal bezoekers te maken door de zit-

ting en den rug van de stoelen een absorptie van  $\pm 0,4 \text{ m}^2$  O.R. te geven. Indien een bezoeker plaats neemt, vervalt de absorptie van de stoel en komt die van den bezoeker ervoor in de plaats; het totaal blijft hetzelfde.

Het bepalen van de absorptiecoëfficiënt geschiedt op de volgende wijze. In een vertrek met harde wanden, de galmkamer, worden luidsprekers geplaatst die een constante toon voortbrengen van de gewenschte toonhoogte. Deze luidsprekers worden op bepaalde tijden uitgeschakeld. De geluidintensiteit in de galmkamer zakt geleidelijk weg, terwijl een aldaar geplaatste microfoon de acoustische trillingen omzet in elektrische spanningen, die versterkt en gelijkgericht aan twee kwikdamprelaisbuizen worden toegevoerd. Met behulp van een doelmatige spanningsdeeling en juiste voorspanningen wordt bereikt dat de ééne relaisbuis bij een bepaald niveau van de geluidintensiteit van de galmkamer doorslaat. De tweede slaat door bij een lager niveau. De verhouding der beide intensiteitsniveaux is bekend. De tijd welke verloopt tusschen het doorslaan van de beide relaisbuizen, wordt met een elektrische klok gemeten en is dus een maat voor den nagalmtijd. De gemeten nagalmtijden hangen sterk af van de plaats van de microfoon ten opzichte van de distributie van de buiken en knoopen van de staande acoustische trillingen. Het is daarom noodig een groot aantal metingen te verrichten bij verschillende posities van de microfoon ten opzichte van knoopen en buiken en hiervan het gemiddelde resultaat te nemen. Teneinde den juisten gemiddelden nagalmtijd te verkrijgen draaien de luidsprekers met een constante snelheid en slingert de microfoon. De nagalmtijd wordt automatisch gemiddeld uit 300—450 waarnemingen. Het absorbeerend vermogen van de galmkamer wordt berekend volgens de bovengenoemde formule van Sabine. Worden deze metingen eerst verricht voor de ledige kamer en daarna met dezelfde kamer, waarin een bekend oppervlak van de te onderzoeken stof aan het geluid is blootgesteld, dan vindt men twee verschillende waarden voor het absorbeerend vermogen A. Het verschil dezer waarden is het absorbeerend vermogen van de ingebrachte proefplaten. De absorptiecoëfficiënt wordt gevonden door het totaal absorbeerend vermogen dezer proefplaten te deelen door hun oppervlak.



Teneinde een algemene orienteering te krijgen over de absorptie is het gewenscht het materiaal bij verschillende frequenties (toonhoogten) te onderzoeken. Een volledig onderzoek omvat 5 frequenties, n.l. 128, 256, 512, 1024 en 2048 perioden per seconde.

#### 4. GELUIDDISTRIBUTIE.

Bij het ontwerp van gehoorzalen is het van belang van te voren na te gaan, hoe de geluidverdeeling in de ruimte is. Wanneer deze bekend is, kunnen nog veranderingen in het ontwerp aangebracht worden, die de bezwaren opheffen. Bij bestaande gehoorzalen is het eveneens belangrijk de geluid-distributie te controleeren, teneinde na te gaan of bestaande fouten verbeterd kunnen worden en op welke wijze dit kan geschieden. Vroegtijdige controle kunnen architecten en bouw-ondernemers veel ergenis, moeite en geld besparen.

Een der methoden is de golfbak. Een model van de verticale langsdoorsnede der zaal wordt met water gevuld, en op de plaats waar de spreker zich bevindt wordt het evenwicht in het water verstoord. De watergolven planten zich alzijdig voort en reflecteeren tegen de wanden op dezelfde wijze als de geluidsgolven in de werkelijkheid zich zullen voortplanten en reflecteeren. Door deze golven te fotografeeren kan een overzicht worden verkregen van de geluidsdistributie in de zaal. Aan deze methode zijn echter groote bezwaren verbonden wat betreft de practische uitvoering, terwijl het trekken van conclusie's uit de photo's zeer moeilijk is.

De Loonmeetdienst der Geluidstichting maakt om deze redenen gebruik van een andere methode, die hieronder beschreven wordt, n.l. de methode der z.g. *Schaduwfotographie*.

Hierbij maakt men gebruik van het feit, dat geluidsgolven verdichtingen en verdunningen in de lucht zijn. Evenals aan de dichtheidsvariatiën der lucht boven een verwarmd voorwerp (b.v. een kachel) heeft aan een geluidsgolf breking van het licht plaats. Dit stelt ons in staat het golf-front van het geluid te fotografeeren. In een houten model van de te onderzoeken doorsnede wordt op de plaats, overeenkomende met die, waar in het werkelijke gebouw het geluid voortgebracht zal worden, een electrische vonk als geluidsbron geplaatst, en kort nadat deze zijn golven uitgezonden heeft (ongeveer 1/1000

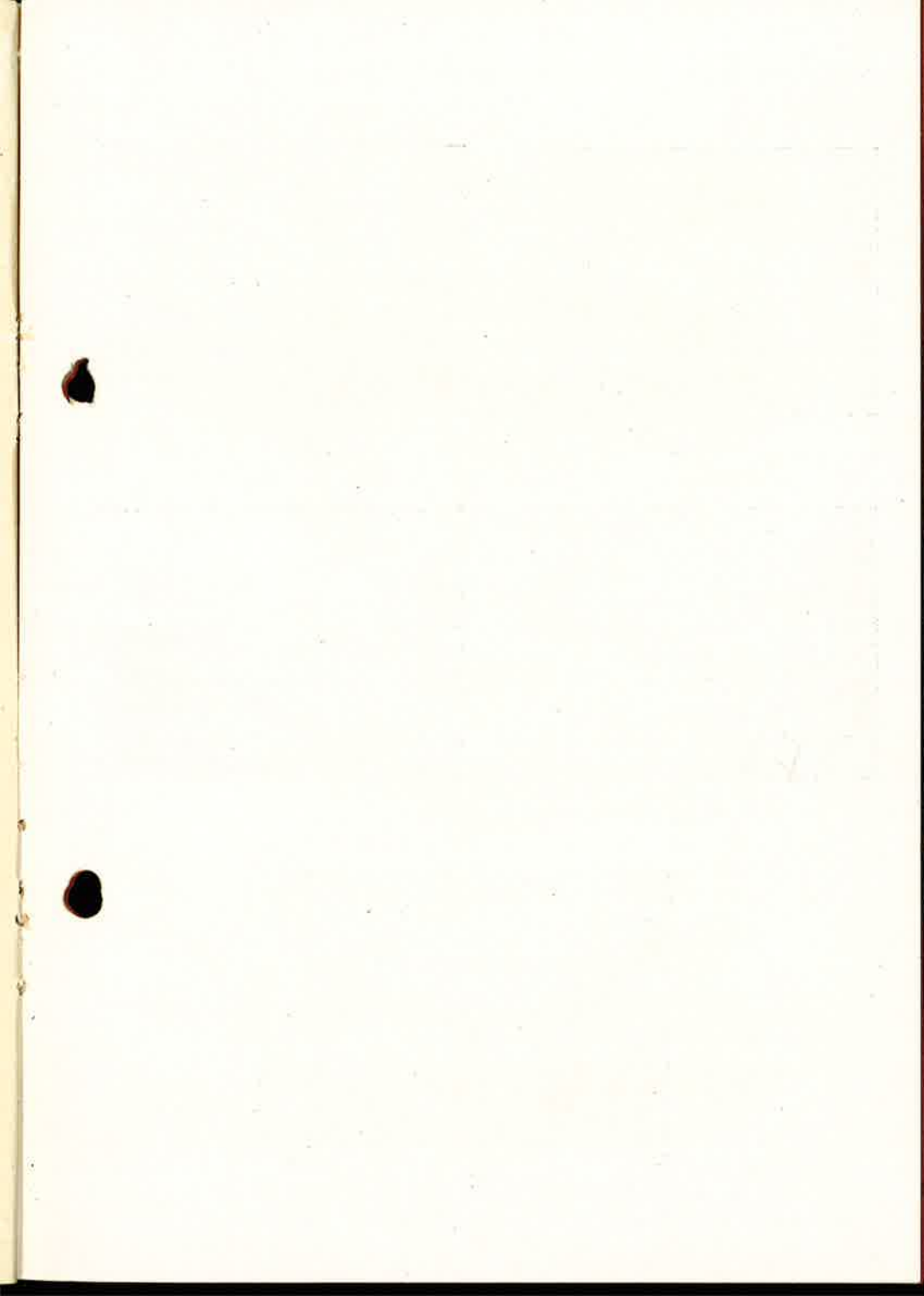




Fig. 1.

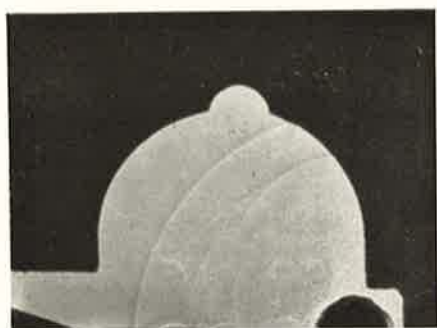


Fig. 2.



Fig. 3.

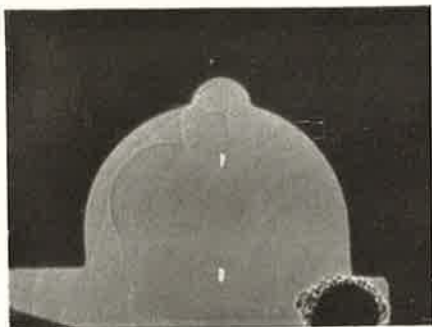


Fig. 4.

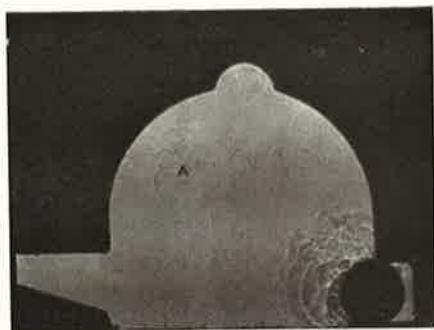


Fig. 5.



secunde later), worden deze gefotografeerd met lichtstralen, afkomstig van een tweede elektrische vonk. Hiermede kunnen de volgende fouten geconstateerd worden:

1. Doode hoeken.
2. Ontoelaatbare echo door reflecties aan oppervlakken, die het teruggekaatste geluid meer dan  $1/20$  secunde na het directe bij den hoorder brengen.
3. Ontoelaatbare concentratie in kleine ruimten, vooral door reflecties op gladde koepelgewelven, eventueel vorming van brandpunten (z.g. tweede spreker).

Correctie van deze gebreken eischt een zorgvuldige en vak-kundige studie der photographieën. Zoowel wijziging in de zaalvorm, in verloop van de balkons, ofwel acoustische behandeling der oppervlakken kunnen hier de oplossing geven. Zoo kan men b.v. er voor zorgen dat achter in een groote zaal het zwakke directe geluid door gunstige reflecties behoorlijk aangevuld wordt.

De figuren 1—5 stellen voor een verticaal doorsnede van een bestaande kerk. Achtereenvolgens zien we in de photo's hoe het golfvront zich voortplant en daarna door het koepelvormig gewelf wordt gereflecteerd. De gereflecteerde golven komen daarna in punt A te zamen. Hier ontstaat dus een geluidsbeeldpunt, dat zelf zijn golven weer naar alle richtingen uitzendt. Dit is een duidelijk voorbeeld van den tweeden spreker welke door het koepelgewelf ontstaat. Met behulp van het model laat zich de plaats van dit geluidsbeeldpunt ongeveer vastleggen.

Indien het ontwerp reeds vroegtijdig onderzocht wordt, kunnen veel kosten en teleurstellingen vermeden worden.

## 5. AANHANGSEL.

### I. *Tabel van verschillende geluidsterkten.*

- 10 db. geruisch van bladeren  
fluisteren.
- 20 db. rustige kamer  
stille tuin.

- 30 db. stille straat, woninggeluiden  
rustig kantoor (zonder schrijfmachines).
- 40 db. gewoon kantoor  
goede auto  
rustig restaurant  
zacht spelende radio.
- 50 db. stofzuiger.
- 60 db. gewoon gesprek  
drukke straat  
fabriek met machines  
treincoupé  
fietsbel.
- 70 db. luidspelende radio  
vrachtauto  
tram.
- 80 db. maximaal orkestgeluid  
normale claxon  
bakfiets met hulpmotor op  $\pm 5$  meter afstand.
- 90 db. spoorwegviaduct met overrijdende trein  
klinkmachine  
buitenboordmotor  
goed afgesloten vliegtuigcabine.
- 100 db. ketelmakerij  
vliegtuigcabine  
zeer harde autohoorn.
- 110 db. vliegtuigmotor op  $\pm 5$  meter afstand  
weverij.
- 120 db. pijngrens.

## II. Tabel van geluidisolatiecijfers.

De verschillende materialen zijn alfabetisch gerangschikt en zijn alle gepubliceerd met toestemming van de opdrachtgevers. Zonder deze toestemming blijven de metingen geheim. Alle metingen zijn verricht door den Loonmeetdienst. Ten gerieve van den constructeur zijn de dikten en de gewichten in kilogrammen per meter kwadraat mede opgegeven.

Materiaal	Opdrachtgever	Jaar van onderzoek	Dikte in cm.	Gewicht in kg/m <sup>2</sup>	Isolatie-cijfer in decibel.
Algem Vloer	N.V. Algem Den Haag	1934	1 2 4	11 24 45	30 31 30
<i>Cellenbeton</i> ongeleisterd s.g. 1 1 ongeleisterd s.g. 0.4 aan weerszijden gepleisterd met 0.75 cm. pleister s.g. 1.1 idem s.g. 0.65	N.V. Christiani en Nielsen's Gewapend Beton-Maatschappij Den Haag	1934	7 10 8,5 8,5	79 43 113 86	45 39 54 47
<i>Deuren</i> (als paneel) Holle triplex deur „Celdeur”, binnenwerk vurenhout, aan weerszijden 5 mm. dikke okoumé triplex paneelen	N.V. Picus Eindhoven	1933	4,2	10	27
Picus Multiplex deur (geheel van okoumé hout)			4,4	20,8	34
Telefooncellendeur	Telefonzellen-Baugesellschaft, Köln	1934	12,5	27	45
<i>Drijfsteen</i> ongeleisterd gepleisterd aan weerszijden met 0,5 cm. pleister	Aerocrete Zoeterwoude	1934	7 8	58,5 81	10 41
<i>Gasbeton</i> gepleisterd aan weerszijden met 1 cm. pleister idem	Aerocrete Zoeterwoude	1933	12 8	160 132	47 37
Glazen tegels Vera-Lux B-27	Emile Sanders Amsterdam	1935	3,7 9,4	70 94	46 39
Glazen bouwstenen					
<i>Kurk</i> kurkplaat Beko 4	N.V. H. Geerdink Apeldoorn	1935	1,98 8,75	9,1 68	31 36
kurkplaat Kawe tweezijdig afgepleisterd met 13 mm pleister					
Insulwood-plaat speciale bouwconstructie; op triplex van 1 cm. aan weerszijden een raamwerk (30 cm. □ en 2,5 cm. dik), hierop Insulwood 1/2"	Fa. van Dijk Amsterdam	1935	1,26 8,4	3,5 20,3	26 39

Materiaal	Opdrachtgever	Jaar van onderzoek	Dikte in cm.	Gewicht in kg/m <sup>2</sup>	Isolatie-cijfer in decibel.
Lumbolite plaat	Fa. v. d. Kloet Dordrecht	1935	1,3	3,5	21
Oosterhoutsche bouwplaat uit riet geperst	N.V. Gips' Houtbe-reiding, Den Haag	1934	5	15	32
<i>Plafondconstructies van enkele plafonds</i> stuc op ideaalgaas	N.V. Offerhaus Rotterdam	1934		70	54
" " " " met tusschen balk en ideaalgaas vilt 1,5 cm.				88	51
stuc op steengas				84	54
" " riet				71	36
<i>Steenen</i> 1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> steensmuur Waalsteenklinker	Stoomwaalsteenfabr. „De Betuwe” Huissen	1933			76
<i>IJsselsteen</i> 1/2 steens ongepleisterd	Steenfabriek „Spreeuwenhoek” Ouderkerk a/d IJssel	1933	7,2	98	38
1/2 " bepleisterd aan weerszijden 1 cm.			9,2	126	49
2 × 1/2 steen met spouw van 6 1/2 cm.			21	196	67
2 × 1/2 steen met spouw van 6 1/2 cm. De muurtjes aan de buitenzijden bepleis-terd met 1 cm.		1934	23	224	78

Tabel III. Absorptie-coëfficiënten.

Materiaal	Opdracht-gever	Bijzonderheden	dikte in cm.	jaar van onderzoek	frequentie				
					128	256	512	1024	2048
Alboma	Alboma Bloemendaal <sup>1)</sup>	pleister	1,5	1934		0,23	0,30	0,51	0,65
Asbest Spray	N.V. Hertel, Amsterdam	gespoten asbest	2,5	1934	0,60	0,63	0,72	0,54	0,63
Cellenbeton	Christiani en Nielsen, den Haag	s.g. 0.4 op ramen 1×2 m.	10				0,14		
Cellenlijm (bespoten met celluloselak)		gewicht 0.58 kg/m <sup>2</sup> .	2	1934	0,65	0,32	0,51	0,59	0,47
Acousti Celotex B	N.V. Producten en Grondstoffen Handel Mij, Amsterdam	geperforeerd	1,6	1933		0,25	0,46	0,56	0,60
Acousti Celotex BB		geperforeerd	2,1			0,40	0,59	0,71	0,75
Acousti Celotex BBB		geperforeerd	3,0			0,46	0,77	0,95	0,80
Decoosto	v. Wijngaarden, R'dam	pleister	3,7	1934	0,25	0,29	0,30	0,31	0,41
Gasbeton	Aerocrete, Zoeterwoude					0,37	0,17	0,22	0,27
Insulite	N.V. Insulite Amsterdam	geplakt op 12" vierk. rooster met planken ondergrond	1/2"	1933	0,25	0,29	0,21	0,22	0,24
Insulite			3/4"		0,22	0,24	0,36	0,34	0,41
Insulwood	fa. v. Dijk, Amsterdam	gespijkerd op 12" vierk. rooster met planken ondergrond	1/2"	1935			0,23	0,26	0,27
Krewa wandstof	Maurits Drukker, Nijmegen	Celstofwatten op latwerk gespannen		1933		0,20	0,36	0,63	0,46
Treetex	N.V. Treetex Utrecht	gespijkerd op 12" vierk. rooster met planken ondergrond	1/2"	1933		0,50	0,33	0,32	0,35

1) Thans N.V. Ivoac Utrecht.



## LITERATUUROPGAVEN.

- W. C. Sabine: Collected papers on acoustics. Cambridge, Harvard University Press, 1923.
- H. Lamb: The dynamical theory of sound. London, E. Arnold & Co., 1925.
- R. Berger: Die Schalltechnik. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1926.
- I. B. Crandall: Theory of vibrating systems and sound. London, Mac Millan & Co. Ltd., 1927.
- A. H. Davis and G. W. C. Kaye: The acoustics of buildings. London, G. Bell & Sons Ltd., 1927.
- Lord Raleigh: The theory of sound. Vol. I en II. 2nd edition. London, Mac Millan & Co. Ltd., 1929.
- A. Wood: Sound waves and their uses. London, Blackie & Son Ltd, 1930.
- J. L. Snoek Jr.: Beginselen der moderne zaalacoustiek. Amsterdam, D. B. Centen, 1931.
- F. Trendelenburg: Fortschritte der physikalischen und technischen Akustik. Leipzig, Akademische Verlagsges, 1932, 2. Auflage, 1934.
- H. Reiher: Ueber den Schallschutz durch Baukonstruktionsteile. Beihefte zum Gesundheits-Ingenieur Reihe 2, H. 11 München, R. Oldenbourg, 1932.
- L. E. C. Hughes: Elements of engineering acoustics; an account of the factors which influence the reproduction of sound. London, Ernest Benn, 1933.
- W. West: Acoustical Engineering. The Theory of sound and its applications to telephone and architectural engineering and to acoustical measurements and research. London, I. Pittman & Sons Ltd., 1932.
- A. Foch: Acoustique. Paris, A. Collin, 1934.
- V. O. Knudsen: Architectural acoustics. New York, J. Wiley & Sons, 1932.
- A. H. Davis: Modern Acoustics. London, G. Bell & Sons, 1934.
- C. W. Glover: Practical acoustics for the constructor. London, Chapman & Hall Ltd., 1933.
- Das lärmfreie Wohnhaus: Herausgegeben vom Fachausschuss für Lärmminde rung. Berlin, VDI-Verslag G.m.b.H., 1934.
- H. F. Olson & F. Massa: Applied acoustics. Philadelphia, P. Blakistone's Son & Co., 1934.
- H. Kreüger: Undersökningar rörande byggnads-konstruktioners Gudsoleringsförmaga. Ingenitörs Vetenskapsakademiens. Handlingar Nr. 74. Stockholm, Soenska bokhandelscentr., 1927.
- E. G. Richardson: Sound, a physical text-book. 2 nd. edition. Londin, Edward Arnold & Co., 1925.
- Wien und Harms: Handbuch der Expermental physik Bnd. 17.
- Steward and Lndsay: Acoustics.
- Fletcher: Speech and Hearing.
- Baganel Hope and Alex Wood: Planning for good Acoustics.
- Geiger und Scheel: Handbuch der Physik Bnd. 8.

Samenstelling van den Raad van Bestuur der Geluidstichting:

Prof. Dr. A. D. FOKKER (Santpoort), voorzitter.

Dr. H. J. L. STRUYCKEN (Breda), vice-voorzitter.

Prof. Dr. C. ZWIKKER (Delft), secr.-penningmeester.

Ir. A. DUBOIS (Hilversum).

Prof. Dr. G. HOLST (Aalst).

Ir. G. L. TEGELBERG (Baarn).

Ir. M. E. H. TJADEN (Amsterdam).



