

sind. Die weiteren Vorteile der spektralanalytischen Methoden auch bei anderen Glasrohstoffen liegen in der Schnelligkeit der Durchführung und der gleichzeitigen Bestimmungsmöglichkeit mehrerer Elemente nebenein-

ander. Für die qualitative Übersichtsanalyse, die auch jeder chemischen Bestimmung vorausgehen muß, ist die Spektralanalyse eine sehr gute Ergänzung der chemischen Methoden.

#### Schrifttum.

- [1] Richtlinien zur Untersuchung und Kennzeichnung von Glasschmelzsanden. Fachausschußber. Nr. 43 d. Dtsch. Glastechn. Ges. Frankfurt (Main) 1938.
- [2] Gemeinschaftsuntersuchung über die Bestimmung des Eisenoxydgehaltes in Glasschmelzsanden. Fachausschußber. Nr. 45 d. Dtsch. Glastechn. Ges. Frankfurt (Main) 1940.
- [3] DIETZEL, A.: Standardmethoden der Glasanalyse. (Ref. auf d. Glastechn. Tagung München 25. 5. 1949.) Glastechn. Ber. **22** (1949) S. 407.
- [4] AHRENS, L. H.: Spectrographic determination of Fe in glass sands. J. South African chem. Inst. **27** (1944) S. 28 bis 38.
- [5] GILARD, P. und DUBRUL, L. und JAMAR, F.: Dosage du fer dans les sables par la méthode spectrographique. Verr. et Silic. industr. **7** (1936) S. 414—417.
- [6] HUSTLER, J. M. und HAMMAKER, E. M.: Spectrographic determination of trace elements in silica. Anal. Chem. (USA) **21** (1949) S. 919—921. [Ref. Glastechn. Ber. **23** (1950) S. 111.]
- [7] SCHLEGEL, H.: Kritische Untersuchung über die Möglichkeiten der Bestimmung kleinster Mengen Eisen in Kieselsäure unter besonderer Berücksichtigung der quantitativen Spektralanalyse. Angew. Chem. **49** (1936) S. 411 bis 412. [Ref. Glastechn. Ber. **16** (1938) S. 72.]
- [8] SLAVIN, M.: Spectrochemical analysis of glass sand. Glass Industr. **22** (1941) S. 341—343. [Ref. Glastechn. Ber. **22** (1948/49) S. 142.]
- [9] ROST, F.: Über die Verwendung des Wechselstrom-Kohlebogens zur quantitativen Spektralanalyse. Z. angew. Phys. **1** (1948) S. 136—139.
- [10] KAISER, H.: Über die verschiedenen Verfahren zur Auswertung der Spektren bei quantitativen spektrochemischen Analysen. Spectrochim. Acta **2** (1944) S. 1—17.
- [11] KAISER, H.: Über Schwärzungstransformationen. Spectrochim. Acta **3** (1947) S. 159—190.
- [12] HONERJÄGER-SOHN, M. und KAISER, H.: Berücksichtigung des Untergrundes bei der Messung von Intensitätsverhältnissen. Spectrochim. Acta **2** (1944) S. 396—416.
- [13] GILARD, P. und DUBRUL, L. und CRESPIN, D.: Le dosage du fer et du manganèse dans les silicates par la méthode spectrographique. Bull. Soc. roy. Sci. Liège 1938, S. 373 bis 376. [Ref. Glastechn. Ber. **16** (1938) S. 241.]
- [14] GERLACH, W.: Die Spektralanalyse und ihre Anwendung zu Glas- und Rohstoff-Untersuchungen. A.: Grundlagen und Verfahren. Glastechn. Ber. **16** (1938) S. 1—4. (23477)

DK 666.187:534.84

## Gußglas und Raumakustik.

VON HEINZ SPIEKERMANN, Düsseldorf-Gerresheim.

(Eingegangen am 24. März 1954.)

Für Gußglas verschiedener Dicke wurde der Schallschluckgrad nach DIN 52212 gemessen. Die Versuchsanordnung wird beschrieben. Für niedrige Frequenzen ergeben sich günstige Schallschluckgrade.

### 1. Allgemeines.

Das Vorhandensein einer guten Raumakustik (Hörbarkeit) ist für alle Räume, die der Wiedergabe vokaler oder instrumentaler Darbietungen dienen, von entscheidender Bedeutung. Die Forderung nach guten schalltechnischen Verhältnissen kann in solchen Räumen als erfüllt angesehen werden, wenn von jeder Stelle des Zuhörerraums aus das Gebotene deutlich und seiner Eigenart entsprechend (Sprache, Musik) vernommen werden kann. Voraussetzung hierzu ist, daß im Raum weder störendes Echo, noch ungeeignete Nachhallzeiten auftreten.

Während Echoerscheinungen in jedem Falle zu unterbinden sind, müssen die Nachhallzeiten den jeweiligen Erfordernissen angepaßt werden. Im allgemeinen sind bei sprachlichen Darbietungen kurze Nachhallzeiten erwünscht, weil es hier auf eine klare und deutlich akzentuierte Wiedergabe ankommt. Bei musikalischen Aufführungen hingegen kann durch Verlängerung der Nachhallzeiten die Eigenart des Musikalischen unterstrichen werden.

In den seltensten Fällen gelingt es, eine gute Raumakustik allein durch zweckentsprechende Raumgestaltung befriedigend zu erreichen. Meistens müssen Schallschluckstoffe oder schallschluckende Wand- oder Deckenverkleidungen herangezogen werden.

Da Gußglas für solche Zwecke zunehmend benutzt wird, wurden orientierende Untersuchungen über sein akustisches Verhalten angestellt. Die Messungen wurden unter Berücksichtigung von DIN 52212 — Bestimmung des Schallschluckgrades im Hallraum — vom Nieder-

sächsischen Materialprüfungsamt Hannover durchgeführt. Das Glas wurde elastisch im Rahmen verlegt.

### 2. Beschreibung des Versuchs.

Für die Untersuchung stand Gußglas ohne Draht-einlage in Dicken von 3—4, 6—7, 7—9 und 9—10 mm zur Verfügung.

#### 2.1. Beschreibung der Versuchsfläche.

Das gehämmerte Rohglas wurde in drei verschiedene, vorgefertigte Eisenrahmen aus Winkel- und T-Stahl, die jeweils auf einem Holzlatenrost befestigt waren, mit Fensterkitt und der gehämmerten Seite nach außen so eingesetzt, daß es nicht unmittelbar mit dem Eisenrahmen in Berührung kam. Der Abstand zwischen dem Glas und der Wand betrug 5 cm. Die drei Holzlatenroste bestanden aus je vier Rahmen- und Aussteifungshölzern mit einem Rechteckprofil von 50 × 30 mm. Mit den Aussteifungshölzern wurde eine dem Eisenrahmen entsprechende Flächenaufteilung vorgenommen. Der Luftraum zwischen dem Rohglas und der Wand wurde mit 50 mm breiten und etwa 10 mm dicken Glaswollestreifen, die an die Leibungen der Vollhölzer geklebt waren, gedämpft.

Einzelheiten sowie Konstruktion der drei Wandelemente, in denen die vier Rohglasdicken nacheinander in vier Versuchsreihen geprüft wurden, sind aus Bild 1 zu ersehen.

Die Versuchsfläche betrug 10,64 m<sup>2</sup> aufgeteilt auf

1. Teilfläche	6 Scheiben je 900 × 740 mm = 4,40 m <sup>2</sup>
2. Teilfläche	4 Scheiben je 990 × 740 mm = 2,96 m <sup>2</sup>
	2 Scheiben je 490 × 740 mm = 0,32 m <sup>2</sup>
3. Teilfläche	4 Scheiben je 990 × 740 mm = 2,96 m <sup>2</sup>

2.2. Meßmethode und Nachhallzeit  $T_0$ .

Der Schallschluckgrad wird nach den Bestimmungen von DIN 52212, Entwurf November 1952: Bestimmung des Schallschluckgrades im Hallraum, gemessen. Zur Messung wurde ein Heulton mit einer Heulfrequenz von 8 Hz verwendet. Die Bandbreite des Heultones betrug bis 500 Hz  $\pm 10\%$  der Mittelfrequenz und oberhalb 500 Hz konstant  $\pm 50$  Hz.

Der Rauminhalt des Versuchsraumes betrug 90 m<sup>3</sup>. Die aus drei Teilflächen bestehende gesamte Versuchsfläche von 10,64 m<sup>2</sup> war auf drei nicht parallele Wandoberflächen verteilt. Die Lufttemperatur belief sich während der Messung auf 10–12° C und die relative Luftfeuchtigkeit wurde zu 79% bestimmt.

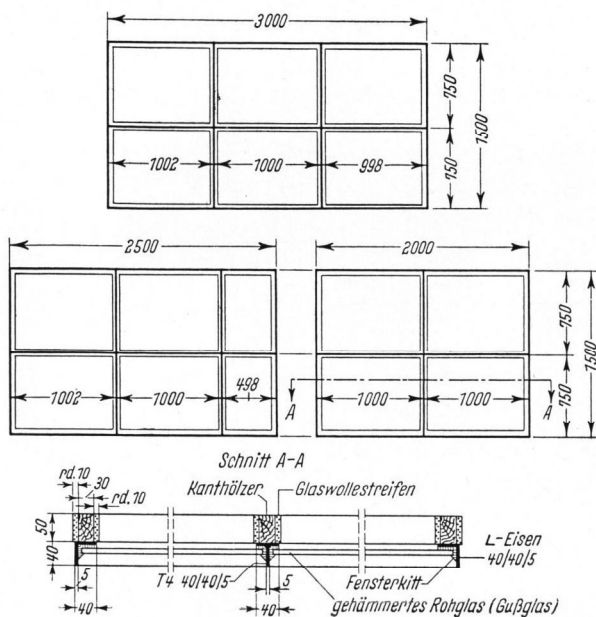


Bild 1. Wandelement zur Aufnahme der Gußglasscheiben.

Die Nachhallzeit  $T_0$  (gemessen im leeren Raum) ist in Tabelle 1 zusammengestellt.

Frequenz Hz	Nachhallzeit $T_0$ sec.
64	7,6
80	7,5
100	7,1
125	6,5
160	6,0
200	6,4
250	5,3
320	5,3
400	4,9
500	4,6
640	4,1
800	4,1
1000	4,0
1250	3,8
1600	3,6
2000	3,2
2500	2,9
3200	2,4
4000	2,1
5000	1,7
6400	1,4

Die Bestimmung des Schallschluckgrades  $a_{sab}$  erfolgte nach der Formel von SABINE

$$a_{sab} = \frac{0,163 \times V}{S} \left( \frac{1}{T_s} - \frac{1}{T_0} \right)$$

Darin bedeuten:

V = Rauminhalt des Prüf-  
raumes (in m<sup>3</sup>)

S = Fläche des Prüfmate-  
rials (in m<sup>2</sup>)

$T_s$  = Nachhallzeit des mit  
dem Prüfmaterial teil-  
weise ausgekleideten  
Hallraumes (in Sekun-  
den)

$T_0$  = Nachhallzeit des leeren  
Hallraumes (in Sekun-  
den).

2.3. Meßergebnisse.

Der Schallschluckgrad  $a_{sab}$  ist in Abhängigkeit von der Frequenz in der Tabelle 2 eingetragen und in Bild 2 graphisch dargestellt.

Tabelle 2: Schallschluckgrad  $a_{sab}$  von gehämmertem Rohglas (Gußglas) in Eisenrahmen mit Fensterkitt befestigt in 5 cm Wandabstand.

Frequenz (Hz)	Dicke des Gußglases			
	3–4 mm	6–7 mm	7–9 mm	9–10 mm
64	0,12	0,50	0,44	0,44
80	0,20	0,47	0,38	0,41
100	0,35	0,24	0,33	0,37
125	0,23	0,15	0,16	0,26
160	0,19	0,09	0,11	0,15
200	0,17	0,09	0,12	0,13
250	0,12	0,06	0,08	0,08
320	0,10	0,05	0,08	0,08
400	0,09	0,05	0,07	0,07
500	0,09	0,05	0,07	0,07
640	0,06	0,01	0,05	0,03
800	0,02	0,01	0,03	0,03
1000	0,01	0,01	0,02	0,02
1250	0,01	0,01	0,03	0,02
1600	0,01	0,05	0,05	0,03
2000	0,01	0,04	0,05	0,02
2500	0,03	0,03	0,03	0,03
3200	0,01	0,01	0,01	0,01
4000	0,05	0,04	0,01	0,06
5000	0,03	0,01	0,01	0,01
6400	0,07	0,01	0,05	0,01

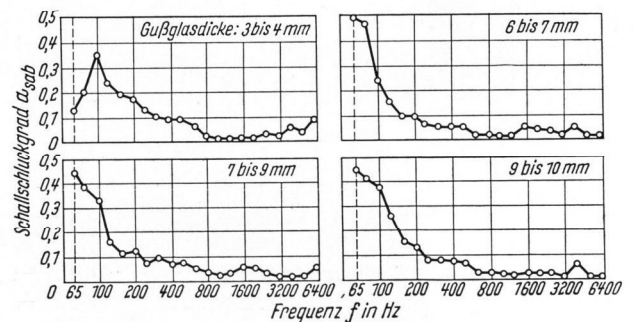


Bild 2. Schallschluckgrad von gehämmertem Rohglas (Gußglas) verschiedener Dicke bei 5 cm Wandabstand.

3. Besprechung der Versuchsergebnisse.

Es ist bekannt, daß Schallschluckstoffe in Form von mitschwingenden Platten (Resonatoren) sich vornehmlich für untere Schallfrequenzen wirksam erweisen, während ihr Schluckvermögen bei höheren Schallfrequenzen nachläßt. Bei den Messungen wurde festgestellt, daß dies auch für Gußglasscheiben zutrifft. Der maximal feststellbare Schallschluckgrad bei den verschiedenen Dicken betrug: 0,497 (6–7 mm), 0,44 (9–10 mm), 0,44 (7–9 mm), 0,35 (3–4 mm) und liegt unterhalb der Frequenz 100. Die Tatsache, daß günstige Nachhallzeiten bei tieferen Frequenzen selten durch die Raumgestaltung oder durch die Ausstattung von Räumen allein befriedigend erreicht werden können, zwingt meistens zur Anbringung schallschluckender Wand- oder Deckenverkleidung in plattenförmiger Ausführung. Hierzu kann auf Grund der Messungen Gußglas herangezogen werden. (23 928)