

Zeitschrift: IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht

Band: 2 (1936)

Artikel: Akustische Dehnungsmessung: Anwendung zur Bestimmung der
singulären Punkte in den Bauwerken

Autor: Coyne, M.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-2843>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

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

V 6

Akustische Dehnungsmessung. Anwendung zur Bestimmung der singulären Punkte in den Bauwerken.

Mesure acoustique des allongements. Application à l'étude de points singuliers dans les constructions.

The Acoustical Measurement of Extension: its Application to the Determination of „Singular Points“ in Structures.

M. Coyne,

Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Paris.

Zu den einfachsten, wirtschaftlichsten und sichersten Spannungsmeßverfahren gehört das Abhören auf akustischem Wege, das einige Forscher schon vor langer Zeit in Vorschlag gebracht haben und das im Laufe der letzten Jahre gleichzeitig in Frankreich und in Deutschland entwickelt worden ist.

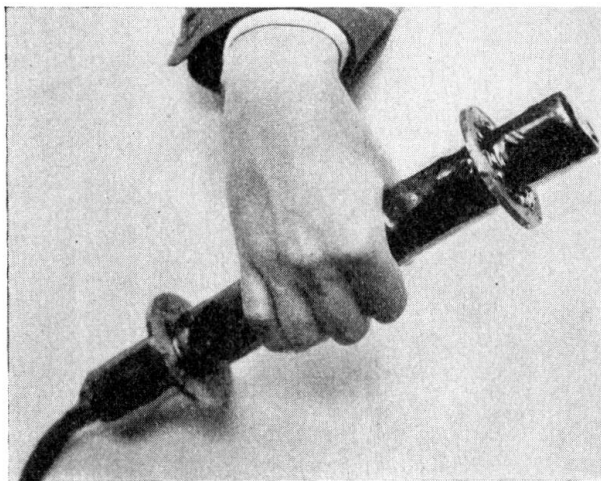


Fig. 1.

Äußere Ansicht einer tönenden Röhre.

Das Prinzip dürfte bekannt sein: Eine schwingende Saite, deren beide Enden an dem zu prüfenden Teil befestigt werden, nimmt an der Formänderung des letzteren teil, wobei sich die Eigenfrequenz der Saite mit der Längung oder Kürzung, der sie unterworfen wird, ändert. Wenn es sich darum handelt, die Beanspruchungen des Betons zu messen, so wird diese Saite in ein dichtes, balgartig gefaltetes Rohr eingeschlossen, das zu gleicher Zeit den dichten Abschluß und die Elastizität des Apparates — der „tönenden Röhre“ — gewährleistet (Fig. 1 und 2).

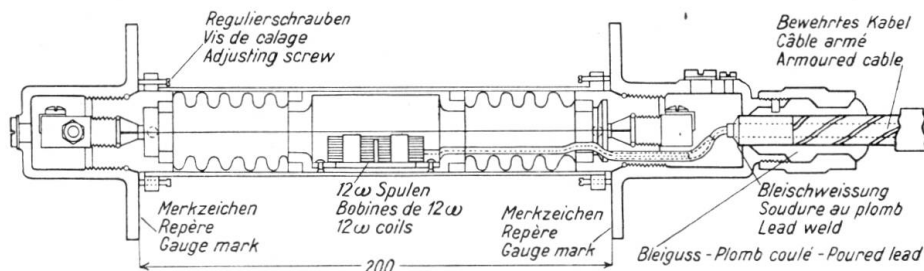


Fig. 2. Längsschnitt.

Die Saite wird mittels eines Elektromagneten erregt, in den der Entladestrom eines kleinen Kondensators geleitet wird. Dieses gewissermaßen elektrische Anzupfen versetzt die Saite in Schwingungen, die über denselben Stromkreis mittels eines Röhrenverstärkers wahrgenommen werden (Fig. 3), wobei der



Fig. 3.

Lampenverstärker für die tönenden Röhren.

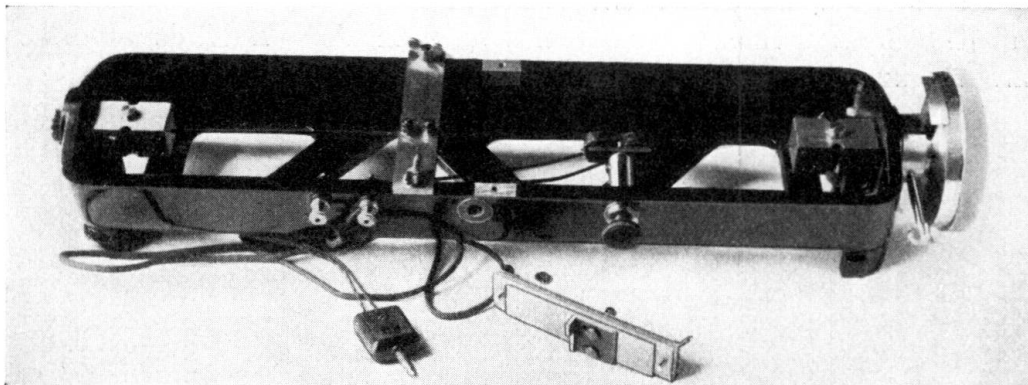


Fig. 4.

Vergleichsapparat zur Bestimmung der Frequenzen.

Elektromagnet dann als Telephon wirkt. In der zentralen Meßstation wird der Ton der Saite mit dem eines geeichten Frequenzmessers verglichen (Fig. 4),

der unmittelbar über den Zug- oder den Druckzustand des Betons, der die tönende Röhre umgibt, Aufschluß gibt. Der Verstärker und der Frequenzmesser können in einem Handkoffer untergebracht werden (Fig. 5).

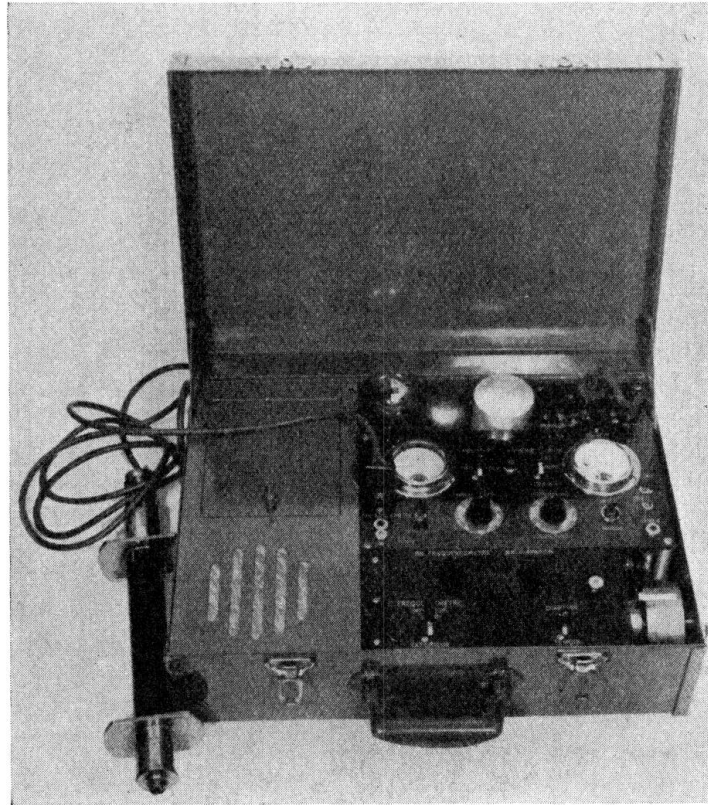


Fig. 5.

Apparaturen-Koffer.

Die ersten Anwendungen erfolgten im Beton- und Eisenbetonbau, das Verfahren ist jedoch ebenso gut brauchbar für Stahl, und es hat uns besonders gute Dienste geleistet bei der Untersuchung der zusammengesetzten Beanspruchungen in den Knoten von Stahlkonstruktionen und in den Verbindungsstellen von Druckrohrleitungen.

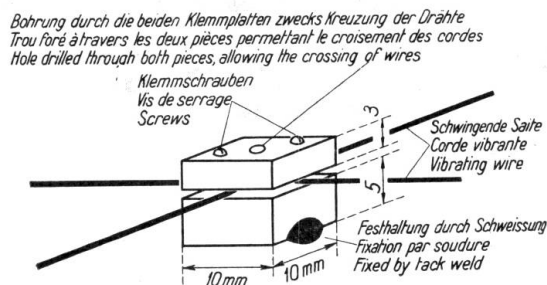


Fig. 6.

Schema der Befestigung der tönenden Saiten auf Metall.

Man befestigt die Stahlsaite an dem Metall bzw. Stahl auf ganz einfache Weise mit Hilfe von angeschweißten Klemmen (Fig. 6).

Die beigefügten Photographien (Fig. 7 und 8) zeigen die Anwendung dieser Einrichtung bei einem starken Blech.

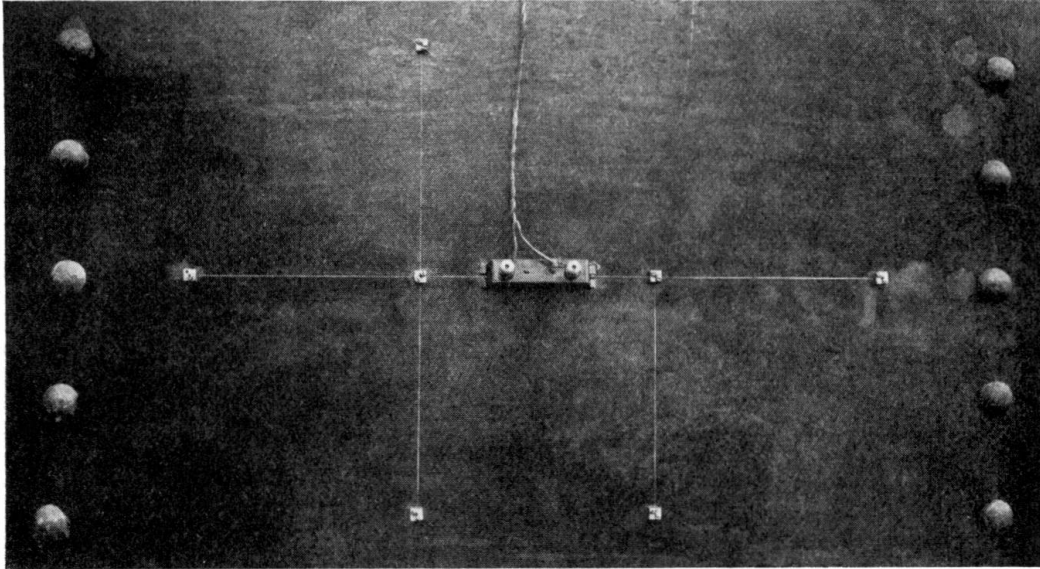


Fig. 7.

Befestigung der tönenden Saiten auf Metall.

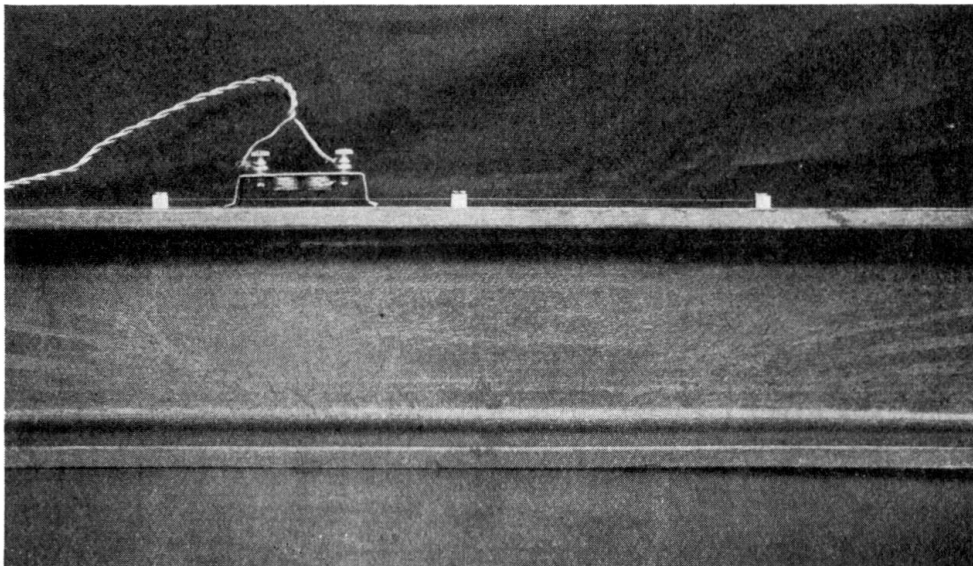


Fig. 8.

Untersuchung des oberen Randes eines I-Eisens.

Nachstehend seien zwei Beispiele für ein derartiges Abhören beschrieben. Das eine bezieht sich auf einen Knotenpunkt eines Hauptträgers der Brücke vom „Port de Pascau“ über die Garonne. Dieses Bauwerk ist anlässlich der Abnahmeprüfungen an 51 Punkten nach dem akustischen Verfahren abgehört worden.

Die beigefügte Zeichnung (Fig. 9) gibt die Längenänderung der Flanschen eines Gurtes in der Nachbarschaft des Knotenblechs für eine bestimmte Verkehrslast wieder. Der Einfluß des Knotenblechs tritt deutlich in Erscheinung.

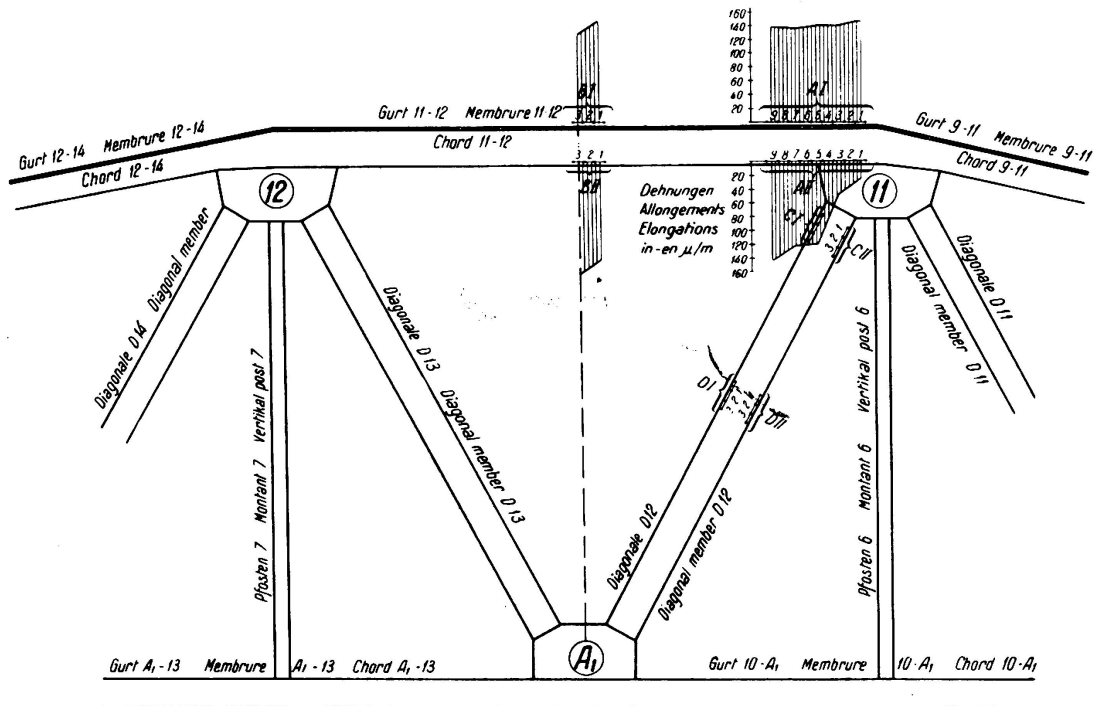


Fig. 9.

Untersuchung eines Stahlträgers.

Das andere Beispiel betrifft das verkleinerte Modell einer Verzweigung von unter innerem Druck stehenden Rohrleitungen. Man hatte das Modell mit einem Netz von schwingenden Saiten bedeckt, das in der beigefügten Zeichnung dargestellt ist (Fig. 10); diese zeigt die Längenänderungen der Saiten längs zwei Erzeugenden und längs zwei Leitlinien für einen bestimmten Druck (siehe auch Tafel I). Es ist zu beachten, daß zu der Dehnung des Bleches eine weitere bedeutende Dehnung hinzukommt, die auf die Durchbiegung zurückzuführen ist. Man trennt diese beiden Dehnungen, indem man mit jeder Sonde eine zweite Sonde koppelt, die in denselben Punkten, aber in größerem Abstand von der Oberfläche befestigt ist.

Der Hauptvorteil des Verfahrens ist seine Billigkeit. Tatsächlich kann man an einem Stahlteil für einen sehr geringen Preis eine große Zahl von Messungen durchführen. Wie Fig. 7 zeigt, könnte eine einzige Saite dazu dienen, die Dehnungen an vielen Stellen kenntlich zu machen. Es genügt, dieselbe in beliebig viele Abschnitte zu teilen mit Hilfe weiterer Klemmen, die zwischen den festen Endpunkten aufgeschweißt werden. Man verwirklicht so mit sehr einfachen Mitteln ein regelrechtes Maschennetz, das keinen wichtigen Punkt ausläßt. Ferner ist zu beachten, daß die Bedienungsperson das Abhören an einer zentralen Meßstelle vornimmt und sich nicht fortzubewegen braucht, was die Messungen erheblich vereinfacht, sie wirtschaftlicher gestaltet und sie fast gleichzeitig vorzunehmen gestattet, da die Einregelung der Abhörvorrichtung sehr schnell

vor sich geht. Das Verfahren ermöglicht ferner, unzulängliche Punkte abzuhören

Schließlich ist zu beachten, daß die Fehlerquellen dadurch auf ein Mindestmaß herabgesetzt sind, daß man den Ton zu Hilfe nimmt. Nichts ist tatsächlich heute leichter, als einen Ton mit oder ohne Draht weiterzuleiten, ohne

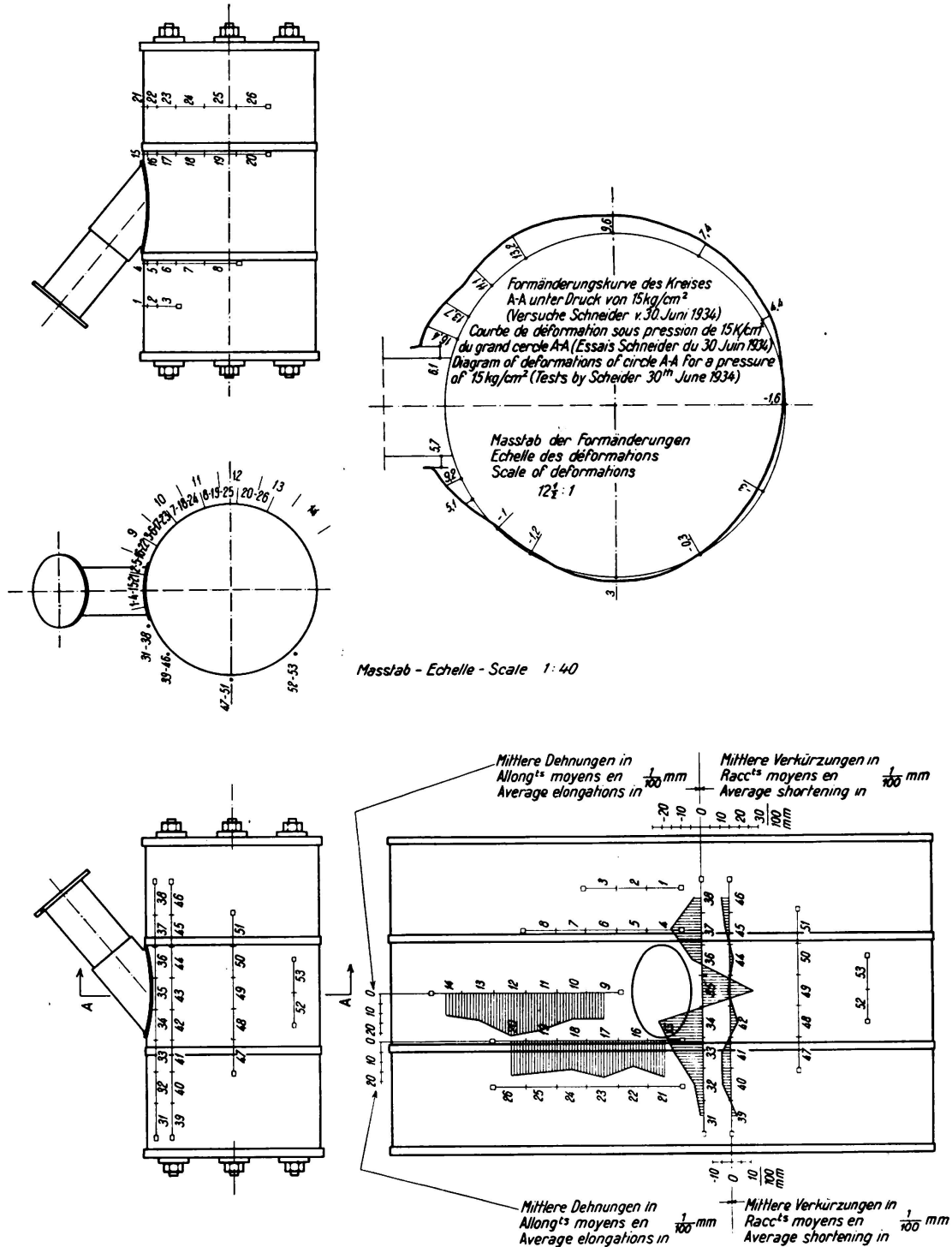


Fig. 10.

Untersuchung des verkleinerten Modells einer Abzweigung einer Druckleitung.

Tafel I. Verlängerungen in $\frac{1}{100}$ mm der Saiten in Funktion der Versuchsdrücke.

Saiten längs der Leitkurven				Saiten längs der Erzeugenden					
Nr.	Versuchsdruck			Bemerkungen	Nr.	Versuchsdruck			Bemerkungen
	5 kg/cm ²	10 kg/cm ²	15 kg/cm ²			5 kg/cm ²	10 kg/cm ²	15 kg/cm ²	
1	18,6	36,6	55,0	Saitenlänge: 12,2 cm	31	- 1,4	- 5,0	- 9,0	
2	14,2	28,1	43,4		32	- 4,3	- 8,1	- 12,5	
3	17,7	34,6	54,6		33	- 14,5	- 29,2	- 49,0	
4	11,1	20,3	29,1		34	- 22,6	- 47,4	- 79,0	
5	10,8	24,0	36,4		35	+ 26,3	+ 57,1	+ 86,0	
6	13,4	27,0	41,6		36	- 4,9	- 12,0	- 25,5	
7	15,4	32,9	46,2		37	- 15,6	- 34,6	- 60,0	
8	16,2	31,0	49,3		38	- 4,0	- 11,6	- 17,0	
9	13,4	24,6	35,2		39	+ 2,6	+ 1,2	+ 0,3	
10	13,4	25,9	42,6		40	- 4,6	- 10,1	- 21,2	
11	18,9	39,4	58,8		41	- 4,6	- 10,4	- 19,9	
12	21,8	43,3	51,6		42	+ 3,8	+ 6,1	+ 2,8	
13	13,7	29,1	48,1		43	- 0,8	- 3,2	- 8,0	
14	11,1	23,4	37,6		44	+ 2,1	+ 2,0	- 0,9	
15	18,4	38,2	61,5		45	- 1,7	- 6,0	- 13,6	
16	12,9	25,3	36,6		46	- 4,0	- 11,2	- 20,8	
17	18,5	37,0	57,0		47	- 2,5	- 4,9	- 11,2	
18	14,5	29,0	44,9		48	0,0	- 1,3	- 4,9	
19	15,9	32,4	51,0		49	- 1,8	- 3,2	- 9,2	
20	17,2	35,6	54,5		50	+ 2,0	+ 1,7	0,0	
21	18,8	34,8	54,3		51	- 2,9	- 1,4	+ 1,8	
22	13,4	27,6	42,6		52	+ 8,4	+ 3,5	- 5,0	
23	12,7	26,4	41,3		53	0,0	- 2,7	- 10,3	
24	21,1	43,6	65,0						
25	16,6	33,6	52,3						
26	18,6	37,0	59,3						

irgendwie seine Frequenz zu beeinträchtigen. Die Empfindlichkeit des Apparates ist äußerst hoch und geht im Laboratorium bis zu einem Millionstel. Selbstverständlich ist eine solche Genauigkeit in der Praxis überflüssig und außerdem zufolge der unvermeidlichen Temperaturunterschiede zwischen der Saite und dem abzuhörenden Körper gar nicht erreichbar, jedoch ist dieser Fehler, der leicht umgangen werden kann, derselbe für sämtliche Ausdehnungsmesser.

Das Verfahren wird gleichfalls für die Messung der dynamischen Beanspruchung bzw. Ermüdung mit Hilfe eines aufzeichnenden Oszillographen verwendet.