

11 (1984) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

## Fraunhofer-Institut für Bauphysik

S. Shaw ; H.V. Fuchs

### Optischer Sensor für Schwingungen dünner Bauteile

Um die Schallabstrahlung, insbesondere von leichten Bauteilen, zu untersuchen, möchte man die wandnormalen Schwingungen  $v$  auf der gesamten Oberfläche  $A$  kennen. So lassen sich zum Beispiel Randeinflüsse und Schwachstellen in allen Einzelheiten erkennen. In Verbindung mit der abgestrahlten Schalleistung  $P$  kann man so das Bauteil u. a. durch seinen Abstrahlgrad [1],

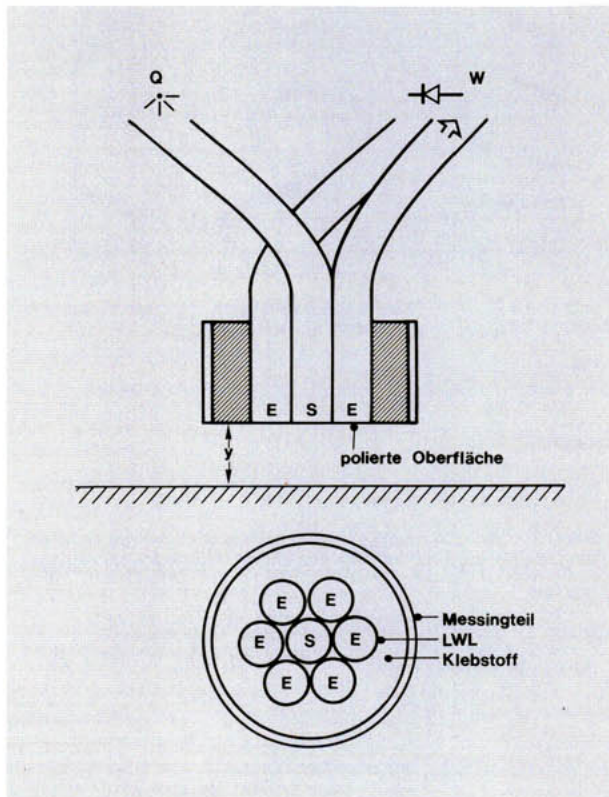
$$\sigma = \frac{P}{\rho c \bar{v}^2 A} \quad (1)$$

kennzeichnen, wobei  $\bar{v}^2$  das über  $A$  gemittelte Schnellquadrat und  $\rho c$  den Kennwiderstand von Luft bedeutet. Herkömmliche mechanische Abtastverfahren sind un-

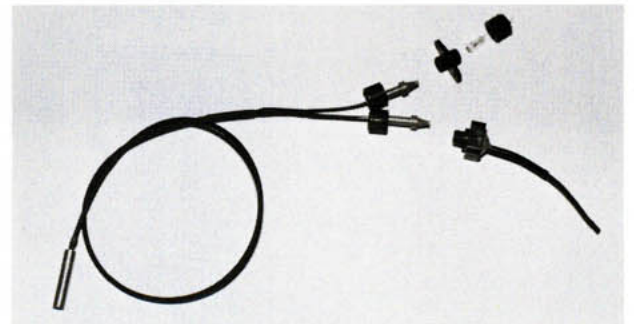
ständig und zeitraubend und können die Schwingungen verfälschen. Holographie- und Laser-Doppler-Apparaturen wiederum sind relativ aufwendig und teuer.

#### Der LWL-Sensor

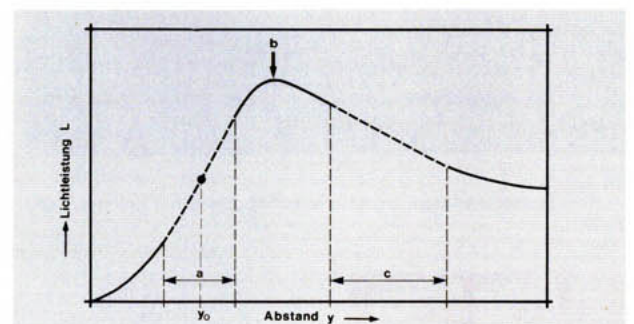
Das IBP hat deshalb mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft einen einfachen und preisgünstigen optischen Sensor entwickelt, der auf die in der Bauakustik vorgegebenen Meßbedingungen und -geräte besonders zugeschnitten ist. Er benutzt handelsübliche



**Bild 1:**  
Anordnung der Lichtwellenleiter für einen Schwingungssensor



**Bild 2:**  
LWL-Sensor mit Faserbündel nach Bild 1, Lichtquelle und opto-elektrischem Wandler



**Bild 3:**  
Modulationskurve eines typischen dynamischen Abstandsaufnehmers bestehend aus Lichtleitfasern

Lichtwellenleiter (LWL) und eine simple Gleichstrom-Lampe (3,2 V / 0,1 A) als Lichtquelle.

Der LWL-Sensor, Bild 1 u. 2, besteht aus einer zentralen Sendefaser S, in die Licht von der Quelle Q eingekoppelt wird. Der am anderen Ende von S unter einem bestimmten Winkel SZ2 austretende Lichtkegel wird vom Prüfobjekt, zum Beispiel einer Tischlerplatte, reflektiert. Ein Kranz von zum Beispiel sechs konzentrisch um S angeordneten Empfangsfasern E leitet reflektiertes Licht zu einem optoelektrischen Wandler W. Dessen Signal ändert sich mit der empfangenen Lichtleistung L, die entsprechend der Sensor-Charakteristik in Bild 3 vom Abstand y zwischen Sensorkopf und Prüffläche abhängt. Mit Hilfe einer 3-Achsen-Positioniervorrichtung [2] wird der plangeschliffene Sensorkopf immer auf denselben (statischen) Abstand  $y_0 \cong 0,2 \text{ mm}$  eingestellt, der im wesentlichen durch den Durchmesser x der LWL vorgegeben ist. Das elektrische Signal  $e(t)$  des Wandlers folgt dann den (dynamischen) Abstandsänderungen  $y(t)$  linear,

$$e(t) = E_0 \cdot y(t). \quad (2)$$



**Bild 4:** 3-Achsen-Positioniervorrichtung an einem Testobjekt im Türen-Prüfstand des IBP

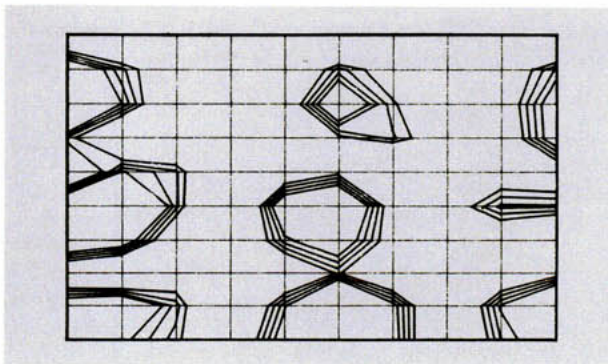
Der Eichfaktor  $E_0 \cong 20 \text{ mV} / \mu\text{m}$  wird an jedem Meßpunkt neu ermittelt, da er auch von Rauigkeit und Reflexionsvermögen des jeweiligen Prüfflächen-Elements abhängt.

## Das neue Meßsystem

Bild 4 zeigt die Meßeinrichtung im Türen-Prüfstand des IBP. Das Steuergerät der drei Schritt-Motoren läßt sich so programmieren, daß eine Prüffläche (1,6 m x 2,5 m) in maximal je 255 Intervall-Schritten (Vielfache von  $10 \mu\text{m}$ ) automatisch in vorgegebenem Takt "abgetastet" werden kann. Das Sensor-Signal  $e$  wird dem SD 375 Analysator zugeführt. Positionierung, Kalibrierung und akustische Analyse werden von einem HP 9826 Tischrechner mit 900 kByte-Speicher dirigiert, der über eine BCD-Schnittstelle mit der Steuereinheit und über einen IEEE 488-Bus mit dem das Prüfobjekt anregenden Rausch-Generator, dem Analysator sowie Drucker/Plotter als Ausgabeeinheiten verbunden ist.

Die Auswertung aller in einem vollständigen Meßzyklus gespeicherten Daten kann nach folgenden Programmen erfolgen :

- Berechnung des (schmalbandigen) Schnellespektrums  $v(f)$  aus dem Auslenkungsspektrum  $y(f)$
- Bestimmung der Schwingungs-Amplitude in beliebigen Frequenzbändern
- Darstellung von Linien gleicher Amplitude zur Sichtbarmachung der Schwingungsformen (Bild 5)
- Ermittlung, des über A gemittelten Schnellequadrats  $\bar{v}^2$ .



Minimum:  $0,9 \mu\text{m}$       Schwingungsform: (3,3)      Meßpunkte: 100  
Maximum:  $1,2 \mu$       Frequenz: 67 Hz

**Bild 5:** Linien gleicher Amplitude auf einem 1 m x 2 m x 1 mm Alu-Blech

### Literatur

- [1] Gösele, K., "Berechnung der Luftschallabstrahlung von Maschinen aus ihrem Körperschall", VDI-Ber. 135 (1969), 131 - 134
- [2] Shaw, S. et al., "Ein neuartiger Schwingungsaufnehmer aus Lichtleitfasern, kombiniert mit einer rechnergesteuerten Positioniereinrichtung", In: Fortschr. d. Akustik - DAGA '84, Bad Honnef: DPG-GmbH, (1984), 193-196
- [3] Shaw, S., "Erprobung eines dynamischen Abstandsaufnehmers aus Lichtwellenleitern zur Bestimmung des Abstrahlgrades leichter Platten", IBP-Bericht BS 99/84 (1984)



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK  
7000 Stuttgart 80, Nobelstraße 12, Tel. (0711) 6868-00  
Außenstelle:  
8150 Holzkirchen (OBB), Postf. 1180, Tel.(08024)643-0

Herstellung und Druck:  
IRB Verlag, Informationszentrum RAUM und BAU  
der Fraunhofer-Gesellschaft, Stuttgart  
Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des  
Fraunhofer-Instituts für Bauphysik