

25 (1998) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

J. Krüger, M. Leistner, P. Leistner

## PC-Instrumente zur Messung und Prüfung akustischer Parameter

Durch den Einsatz PC-basierter Meßsysteme lassen sich bei zahlreichen akustischen Messungen Zeit und Kosten einsparen. Dies gilt sowohl für umfangreiche Laborversuche in der Forschung und Entwicklung als auch für die permanente Überwachung akustischer Material- oder Produkteigenschaften. Die preiswerte Gestaltung eines konkreten Meßablaufes beginnt mit dem Ersatz anspruchsvoller und teurer Kompakt-Analysatoren durch einen PC, der über entsprechende Einsteckkarten zur Signalanregung und -erfassung verfügt. Die Umsetzung der notwendigen Signalverarbeitung beruht auf der Programmierung "virtueller" Instrumente, deren Entwurf und Implementierung durch eine komfortable und leistungsfähige Entwicklungsumgebung (LabWindows) unterstützt wird. Erfahrungen und spezielle Wünsche der Benutzer können hinsichtlich der Datenauswertung und -darstellung jederzeit problemlos berücksichtigt werden. Dieser Vorzug zahlt sich insbesondere bei der abschließenden Dokumentation aus. Ein weiterer Aspekt der PC-Anwendung, der mit der weitgehenden Automatisierung des Meßablaufes und gleichzeitigen Vereinfachung der Bedienung verbunden ist, sollte in der Praxis nicht unterschätzt werden: Die Sicherheit der Meßergebnisse erhöht sich, wenn der Benutzer nur wenig eingreifen kann und muß.

### Vorteile der PC-Instrumente

Durch eine komplette PC-Lösung wird in erster Linie die Trennung von Signalverarbeitung (z.B. FFT-Analysatoren) und Auswertung bzw. Dokumentation (z.B. Pegelschreiber) aufgehoben. Im Ergebnis dieser Verknüpfung des gesamten Ablaufes von der Signalerfassung bis zum Meßprotokoll stehen folgende Vorteile im Vordergrund:

- preiswerte, angepaßte Komponenten (Hardware, Software)
- übersichtliche und schnelle Bedienung (kurze Einarbeitung)
- einfache Anpassung an innerbetriebliche Protokoll-Formate
- automatische Auswertung (Vergleich der Meßwerte mit berechneten oder Sollwerten)
- schneller elektronischer Datentransfer zwischen Meß- bzw. Prüfplätzen und anderen Labor- oder Produktionsbereichen (Intranet).

Dieses Konzept profitiert von der rasanten Entwicklung des PC-Marktes mit ständig sinkenden Preisen und berücksichtigt die Vorzüge der elektronischen Datenkommunikation.

### Beispiel 1: Absorptionsgradmessung im Kundt'schen Rohr

Ein PC-Meßplatz zur Bestimmung der Absorption von Materialproben im Kundt'schen Rohr nach der FFT-Methode [1] ist in Bild 1 schematisch dargestellt. Insbesondere für Absorber, deren akustische Eigenschaften sich nur ungenau vorhersagen lassen, bietet dieses Meßsystem auch eine Möglichkeit zur Qualitätssicherung. Die Signalverarbeitung und Auswertung beschränkt sich auf wenige Funktionen und würde einen teuren Allround-Analysator unterfordern. Der Benutzer kann sich auf die wesentlichen Einstellungen (Mikrofonposition etc.), auf die erste Beurteilung der unmittelbar dargestellten Ergebnisse und auf die Protokollierung konzentrieren. Auch die Korrektur systematischer Meßfehler, wie die Verluste infolge der Wärmeleitung und der viskosen Wandreibung im Rohr [2], sind im Meßinstrument integriert. Schließlich kann das für diese Messungen entwickelte PC-Instrument bzw. Programm "ImpAKT" in der äußeren Er-

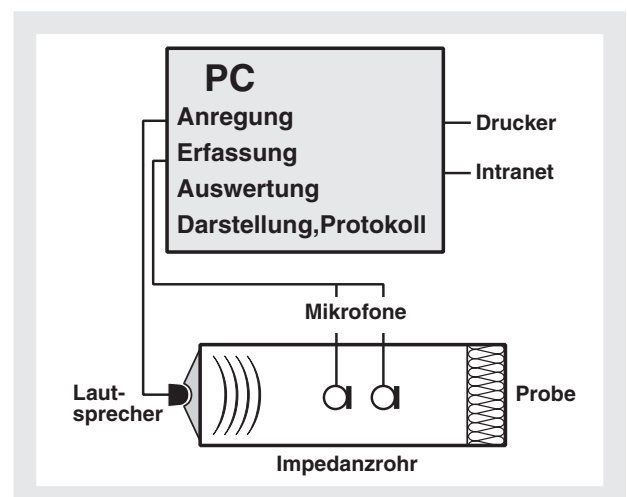


Bild 1: Meßplatz zur Absorptionsgradmessung

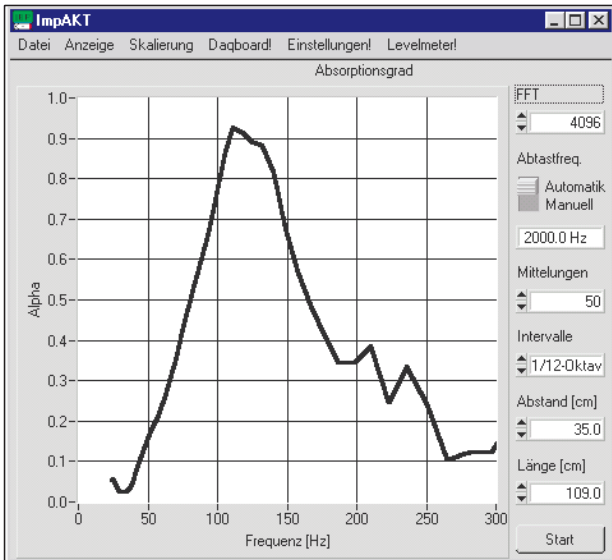


Bild 2: Bildschirmdarstellung des gemessenen Absorptionsgrades eines Verbundplatten-Resonators [5] bei senkrechtem Schalleinfall

scheinung (Bild 2) beliebig angepaßt werden und liefert die Ergebnisse in einem gewünschten Format.

### Beispiel 2: Justierung und Prüfung aktiver Schalldämpfer

Bei aktiv absorbierenden Schalldämpfern [3] wird die dämpfende Wirkung eines reaktiven Masse-Feder-Systems durch verstärkte Rückkopplung des Drucksignals eines Mikrofons vor einer Lautsprechermembran erhöht. Die elektrische Verstärkung im Rückkopplungszweig ist durch die elektroakustische Stabilität des Gesamtsystems begrenzt und hängt u.a. von den Übertragungsfaktoren von Mikrophon und Lautsprecher ab. Da diese Bauelemente Exemplarstreuungen aufweisen und ihre genaue Vermessung sehr aufwendig wäre, werden die Schalldämpfer als Ganzes vor ihrem Einsatz justiert. Die Justierung beruht auf einer Messung der erreichten Schalldämpfung im Kanal (Bild 3) und wird mit Hilfe eines PC-gestützten Meßsystems erheblich vereinfacht. Aus dem

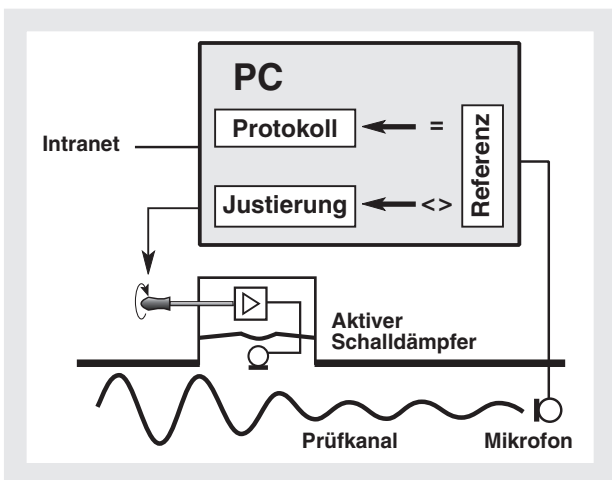


Bild 3: Justier- und Prüfeinrichtung für aktive Schalldämpfer

Vergleich mit einem Referenz-Dämpfungsspektrum (Sollkurve) folgt unmittelbar eine Anzeige, die zur Erhöhung bzw. Verringerung der Verstärkung auffordert oder aber Fehlfunktionen von Bauteilen andeutet. Mit Hilfe der PC-Lösung ist es zusätzlich möglich, Seriennummern etc. zu registrieren und Prüfergebnisse zur Erkennung von Fertigungsschwankungen statistisch auszuwerten. An diesem Beispiel zeigen sich die Vorteile einer Einbindung des Prüfstandes in das betriebsinterne Datennetz (Intranet) besonders deutlich.

### Beispiel 3: Messung der modalen Nachklingzeiten im Hallraum

Die Messung der spektralen Nachhallzeit im Hallraum liefert bei mittleren und hohen Frequenzen ein Maß für die Wirksamkeit von Schallabsorbent. Im tieffrequenten Bereich bestimmen einzelne Eigenfrequenzen bzw. Moden das Schallfeld in verhältnismäßig kleinen Räumen, so daß die Absorption anhand der Nachklingzeit dieser Raummoden ermittelt werden kann. Dahinter verbirgt sich eine aufwendige Prozedur [4], die ohne ein angepaßtes Meßsystem viel Zeit beansprucht. Die Anregung jeder einzelnen Mode im Raum und die Messung bzw. Auswertung ihres Ausschwingverhaltens (mit und ohne Absorber, Bild 4) bewältigt das entwickelte PC-Instrument automatisch und mit hoher Genauigkeit. Die anfallende große Datenmenge wird übersichtlich dargestellt, präzise ausgewertet und bequem verwaltet.

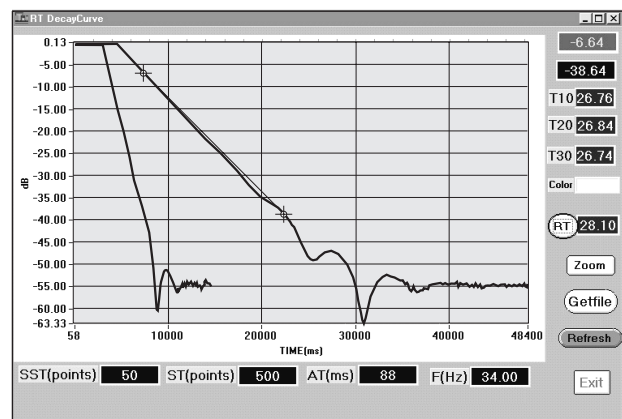


Bild 4: Bildschirmdarstellung der gemessenen Nachklingzeiten eines mit Verbundplatten-Resonatoren [5] ausgestatteten Raumes im Vergleich zum Leerraum

### Literatur

- [1] ISO Committee Draft: Acoustics - Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes - Part 2: Transfer function method. ISO CD 10534-2.
- [2] Krüger, J., Quickert, M.: Eine verbesserte Meßtechnik zur Bestimmung akustischer Absorber-Parameter im Kundtschen Rohr. Zeitschrift für Lärmbekämpfung 43 (1996), H. 5, S. 135-138.
- [3] Krüger, J., Leistner, P.: Noise reduction with actively absorbing silencers. Applied Acoustics 51 (1997), H. 2, S. 113-120.
- [4] Zha, X., Fuchs, H., Späh, M.: Messung des effektiven Absorptionsgrades in kleinen Räumen. Rundfunktechnische Mitteilungen 40 (1996), H. 3, S. 77-83.
- [5] Fuchs, H., Zha, X.: Wirkungsweise und Auslegungshinweise für Verbund-Platten-Resonatoren. Zeitschrift für Lärmbekämpfung 43 (1996), H. 1, S. 1-8.

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK (IBP)**

Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis

D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/9 70-00

D-83626 Valley, Miesbacher Str. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/6 43-0

D-10178 Berlin, Mollstraße 1, Tel. 0 30/8 91-33 13