

## Schall in Sicht

von Uta Deffke, Berlin

**Die Akustikkamera von Berliner Forschern ortet Lärmquellen und findet Fehler in Motoren. Die Anwendungsgebiete reichen von Verkehr und Luftfahrt über Industrieanlagen, Windräder und Autos bis zu Kühlschränken und Computern.**

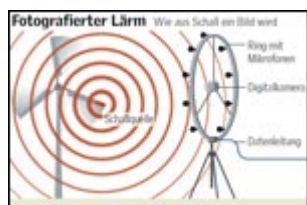


Blau gleich leise und Rot gleich laut: Schallbild eines Windrads

Der Motor läuft und läuft und läuft. Doch war da nicht ein leichtes Klappern, oder gar ein Klopfen? Der sensible Autofahrer stutzt und ahnt: Mit dem Wagen stimmt etwas nicht. Ein klarer Fall für die Werkstatt. Unter der Motorhaube muss sie sitzen, die Quelle des Übels. Keine Frage. Doch wo genau?

Während der Mechaniker noch rätselt, hat Ralf Schröder bereits den Durchblick: Im Bereich der Einspritzpumpe, rechts oben, ganz nah am Motor. So könnte seine Diagnose lauten. Denn Schröder kann das Klopfen sehen, oder Klappern oder Quietschen. Geräusche schnell und genau zu orten ist seine Spezialität.

### Kamera sieht aus wie ein Mini-Riesenrad



Fotografierter Lärm: Wie aus Schall ein Bild wird

Wo der Mechaniker nur zwei Ohren hat, sind für Schröder 32 Mikrofone im Einsatz. Der Forscher von der Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik (GFal) in Berlin hat zusammen mit seinen Kollegen eine akustische Kamera entwickelt. Sie sieht aus wie ein Mini-Riesenrad: Wie Gondeln sind Kugel-Mikrofone regelmäßig auf der ringförmigen Halterung angeordnet. Die Halterung hat einen Durchmesser von 75 Zentimetern, in deren Mitte befindet sich eine Digitalkamera. Ein Datenrekorder sammelt die aufgenommenen Schalldaten, und ein Computer setzt diese in bunte Bilder um. Ähnlich wie die Farben bei einem Wärmebild für unterschiedliche Temperaturen stehen, entsprechen sie hier der Lautstärke. Passgenau über das Schwarzweißfoto der Digitalkamera

gelegt, zeigen blaue Flecken an, wo es leise ist, rote, wo es kracht.

"Eine solche akustische Karte kann in der Qualitätssicherung von großem Nutzen sein", sagt Ralf Schröder. Dann, wenn Fehler mit außerplanmäßigen Geräuschen verbunden sind. Zum Beispiel im Motorraum eines Autos. Vor allem aber wird die akustische Kamera eingesetzt, um störende Lärmquellen einzudämmen - sei es im Umweltschutz oder im Sounddesign. Die Anwendungsgebiete reichen von Verkehr und Luftfahrt über Industrieanlagen, Windräder und Autos bis zu Kühlschränken und Computern. Ein Einsatz im militärischen Bereich zur genauen Ortung verdächtiger Geräuschquellen ist ebenfalls denkbar. Auch künstliche Kniegelenke seien schon mit Hilfe der Berliner Neuentwicklung optimiert worden, erzählt Schröder, und man spüre damit sogar Fledermäuse auf.

### Lokalisierung einzelner Schallquellen

Bisher war es kaum möglich, in einem Geräuschteppich einzelne Schallquellen zu lokalisieren. Aufwändige Messaufbauten und Computersimulationen waren nötig, um das Problem näherungsweise zu lösen. Die Berliner Akustikkamera arbeitet mit ihrem Mikrofon-Ring schneller und genauer. 192.000-mal pro Sekunde wird der Schalldruck - ein Maß für die Lautstärke - an jedem Mikrofon aufgezeichnet. Aus diesen Daten kann für einen beliebigen Zeitpunkt das Schallbild berechnet werden. Dabei wird jedem Bildpunkt auf dem schwarzweißen Digitalfoto ein Schallwert inklusive farbig angezeigter Lautstärke zugeordnet.

Grundannahme für diese Schall- und Bildbearbeitung im Computer ist, dass sich alle Geräuschquellen auf einer gedachten Ebene befinden. Betrachtet man dann eine einzige Schallquelle, so ist sie von jedem der Mikrofone unterschiedlich weit entfernt. Da die Abstände und die Schallgeschwindigkeit bekannt sind, lässt sich berechnen, wann genau das Geräusch eines Quellpunkts von jedem einzelnen Mikrofon aufgenommen wurde. Die zu jedem dieser Zeitpunkte registrierten Schalldrücke werden aufsummiert und durch die Anzahl der Mikrofone geteilt. Dieser so genannte mittlere Schalldruck wird einem Bildpunkt zugeordnet und farblich kodiert dargestellt. Ergibt sich bei dieser Rechnung "null", so herrscht an dem betrachteten Punkt gerade absolute Stille.

### Ortung auf wenige Millimeter genau

Die große Herausforderung bei diesem Verfahren ist die schnelle, zuverlässige Verarbeitung der Signale und der resultierenden Datenmengen. "Diese Datenflut können wir erst mit den neuesten PC

bewältigen", sagt Schröder. Die hohe Messrate ist Voraussetzung für eine gute Ortsauflösung der Akustikkamera. Je nach Anforderung lässt sich die Kamera auf bis zu 72 Mikrofone erweitern. Schallquellen können damit bis auf wenige Millimeter genau geortet werden. Wie genau die Schallquellen lokalisiert werden können, hängt aber auch von der jeweiligen Schallfrequenz ab: je höher die Töne, desto besser die örtliche Auflösung.

"Seit drei Jahren sind wir so richtig auf dem Markt", sagt Schröder. 100.000 Euro kostet die mit dem Innovationspreis von Berlin-Brandenburg ausgezeichnete Kamera. Ein Kunde der ersten Stunde ist Porsche. Der Autohersteller nutzt die Geräuschbilder schon seit vier Jahren in seiner Akustikabteilung. Mit deren Hilfe spüren die Ingenieure Störgeräusche an Türen, Motor und Getriebe auf. Zudem hilft sie beim Sounddesign des kompletten Sportwagens. "Das System ist mobil, leicht aufzubauen und arbeitet zuverlässig. Wir bekommen damit Ergebnisse, die ohne Kamera so schnell nicht zu erlangen sind", sagt Pressesprecher Stefan Marschall. Allein dadurch mache sich diese Anschaffung bezahlt.

#### **Volle Auftragsbücher**

"Die Auftragsbücher sind voll", sagt Schröder. Zusammen mit seinen 15 Mitarbeitern könne er pro Jahr bis zu 30 Stück produzieren. Auf dem deutschen Markt, so schätzt Schröder, könnten insgesamt 200 bis 300 Systeme abgesetzt werden. Dann sei eine Sättigung erreicht. Ausländische Märkte seien nicht so leicht zu erschließen, denn der Lärmschutz spiele dort vielfach nur eine untergeordnete Rolle.

Um die Kamera für Kunden noch attraktiver zu machen, wollen Ralf Schröder und seine Kollegen ihr System für dreidimensionale Messungen erweitern. Mit Mikrofonen, die nicht mehr auf einem Ring, sondern auf einer Kugelschale angeordnet sind, können Geräusche, die nicht aus einer Ebene kommen, viel besser detektiert werden. Exakte Lärmmessungen in geschlossenen Räumen, beispielsweise in Innenräumen von Autos, werden damit möglich. Und künftig will Schröder nicht nur einzelne Fotos, sondern ganze Filmsequenzen mit den akustischen Geräuschdaten synchronisieren.

Aus der FTD vom 08.07.2005

© 2005 Financial Times Deutschland, © Illustration: TU Berlin, GFal , ftd.de