

Anwendungen

Mit den  
Augen  
hören.



acoustic  
camera

Eine revolutionäre Lösung zum  
Orten von Schallemissionen

# Neue Lösungsansätze für Lärmreduzierung, Geräuschoptimierung, Fehlervisualisierung

## Akustische Kamera – mit den Augen hören

Mit keinem anderen Sinnesorgan kann der Mensch so rasch und flexibel Informationen erfassen wie mit seinen Augen. Komplexe



Vorgänge werden deshalb „anschaulich“ dargestellt, und mit technischen Hilfsmitteln dringt man in Bereiche vor, die dem wichtigsten Sinnesorgan direkt verborgen sind. Röntgengeräte, Kernspintomographen,

Infrarotkameras sind Beispiele dafür, Unsichtbares sichtbar werden zu lassen. In der Welt des Schalls ist das bisher nur in Ansätzen gelungen. Welche Vorteile würden sich bieten, wenn man Schall sehen könnte? Wie sähe die Umwelt aus, betrachtet mit einer Akustischen Kamera?

## Lärm – Umweltverschmutzung durch Schall

Geräusche begleiten den Alltag. Ob im Auto, am Arbeitsplatz oder zu Hause – im



*Messung eines Großbaggers  
mit der Akustischen Kamera*

Gegensatz zu den Augen kann man die Ohren nicht schließen. Manche Geräusche werden als angenehm empfunden, andere nicht und häufig ist es einfach nur zu laut. Steigende Verkehrsdichte, erhöhter Flugverkehr, schnellere Produktionsstraßen oder leistungsstärkere Windkraftanlagen sind nur einige Beispiele, die Mensch und Umwelt mit steigenden Geräuschpegeln belasten.

Eine effektive und detaillierte Analyse von Schallquellen ist der erste Schritt, um die Umwelt angenehmer und leiser zu gestalten. Wenn die Ursachen der Schallabstrah-

lung genau bekannt sind, können die Entwickler Maßnahmen ergreifen, um die Geräusche zu reduzieren. Aber genau hier beginnt häufig das Problem: Welche Baugruppen, Karosserie- oder Anlagenteile sind für die Schallabstrahlung tatsächlich verantwortlich? Und wie kann der Erfolg von schallreduzierenden Maßnahmen gemessen und dokumentiert werden?

## Beethoven unter der Haube

Die Automobilindustrie investiert jährlich enorme Summen, um Schallquellen zu lokalisieren, zu analysieren und letztendlich zu



*Messung von Motorgeräuschen*

reduzieren. So soll sich der Sportwagen mit seinem typischen Klangbild auf der Straße präsentieren. Der charakteristische Sound des Autos ist ein wichtiges, klassisches Marketinginstrument. Nebengeräusche sind dabei unerwünscht und sollen eliminiert werden. Wie kann man diese Ziele schneller und effektiver als bisher erreichen?

## Qualitätssicherung durch Schallbilder

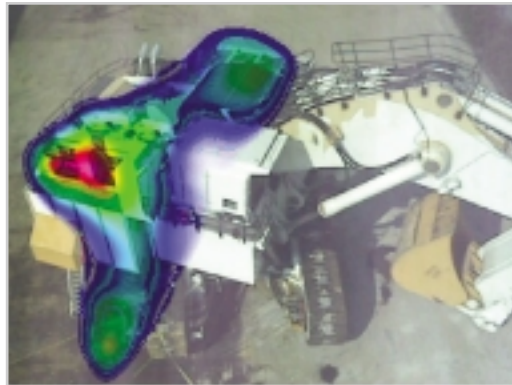
Ein Defekt in Maschinen und Anlagen ist nicht selten durch eine geänderte Ge-

räuschemission erkennbar. Der erfahrene Mechaniker „erhört“ den Fehler. In der Qualitätskontrolle können so fehlerhafte Produkte bei der Endprüfung erkannt werden. Aber wie lässt sich eine solche Prüfung objektivieren und automatisieren?

In allen Fällen sind bislang zeitaufwendige und kostenintensive Technologien notwendig, um das gewünschte Ergebnis zu erzielen. Neue und intelligentere Ansätze sind zwingend gefordert.

## Die Lösung: Schall wird sichtbar

Genau hier setzt die Lösung der Akustischen Kamera an. Erstmals ist ein mobiles System in der Lage, Geräusche und deren Quellen sichtbar zu machen. Schallquellen werden dabei ähnlich einem Wärmebild darge-



*Schallabstrahlung eines Großbaggers*

stellt, und das innerhalb weniger Minuten. Hier gilt das abgewandelte Motto: Ein Bild sagt mehr als tausend Zahlen. Die Palette der Anwendungsbereiche ist breit und erstreckt sich über die Schall-Reduktion, Geräusch-Analyse bis hin zur Qualitätssicherung.

# Die Akustische Kamera

Ringarrays für Akustiklabore  
Sternarrays für Ausseneinsätze  
Kugelarrays für Innenräume

## Schall fotografieren und filmen

Hinter der Lösung steckt eine einfache, aber geniale Idee. Eine Digitalkamera bildet das schallerzeugende Objekt ab. Gleichzeitig registriert eine genau berechnete Anordnung von Mikrofonen (Array) die emittierten Schallwellen. Eine speziell entwickelte Soft-

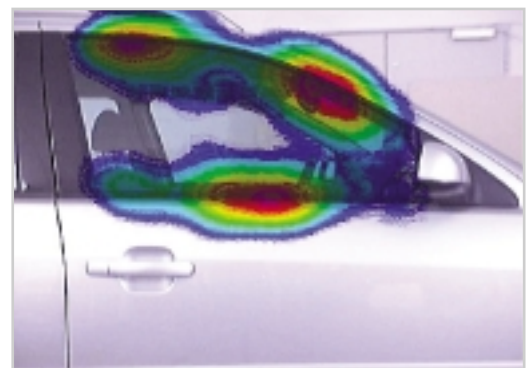
Die Geräuschkulisse, die häufig aus der Überlagerung vieler Schallquellen besteht, wird wieder in Einzelquellen zerlegt. Laute Bereiche werden dabei rot, leise Bereiche blau eingefärbt. Die relevanten Quellen für hohe Schallpegel sind jetzt deutlich erkennbar. Die Kartierung erfolgt auf Schalldruck. Mit bisherigen Mitteln war dies nahezu unmöglich.



*Komplett aufgebautes Meßsystem mit Ring 32-Array*

ware errechnet daraus eine Schallkarte und verknüpft das akustische und optische Abbild der Schallquelle.

Die Handhabung der Akustischen Kamera ist dabei fast so einfach wie die eines Fotoapparates. In einem Vorschauenfenster wird das zu messende Objekt in Echtzeit akustisch beobachtet. Nach Einrichten der Kamera den Auslöser betätigen – fertig. Der „akustische Fingerabdruck“ ist aufgenommen. Daraus rekonstruiert der Computer dann in wenigen Sekunden eine oder mehrere Schallkarten – die akustischen Bilder als Foto oder Video.



*Geräusche eines elektrischen Fensterhebers*

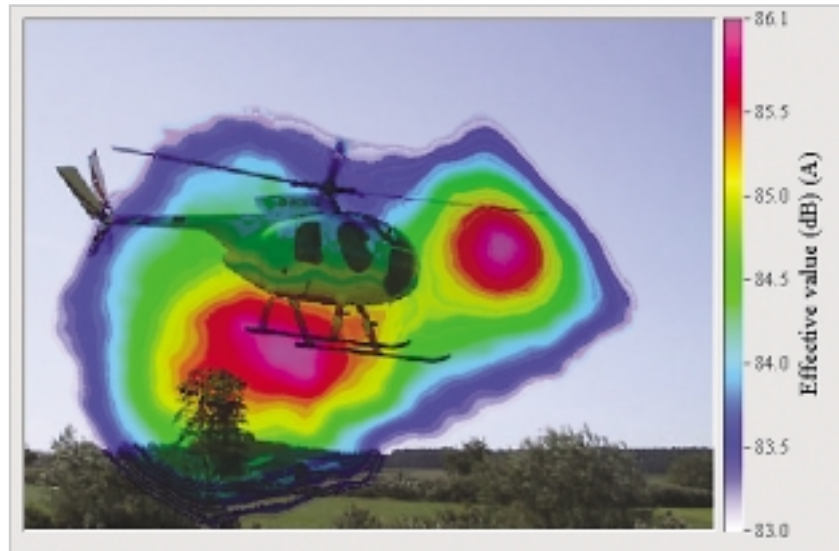
Die Akustische Kamera wurde bereits während ihrer Entwicklung in den unterschiedlichsten Einsatzgebieten in praxi erfolgreich getestet. Hier zeigte sich, dass die Ingenieure in der Industrie unter enormem Zeit- und Kostendruck stehen und Tools benöti-

gen, die ihnen helfen, Probleme zu erkennen und zu lösen, und nicht neue erzeugen. Daher ist bei der Entwicklung auf Modularität, einfachste Handhabung, intuitiv erlernbare Software und Konzentration auf die wesentlichen Fragestellungen bei der Schallanalyse größter Wert gelegt worden.



*Star 36-Array an der Messstrecke*

Das gesamte System besteht aus einem Mikrofonarray, einem Datenrekorder und einem Notebook, wobei für verschiedene Einsatzgebiete angepasste Arrays eingesetzt werden. Die Arrays sind in wenigen Minuten aufgebaut und einsatzbereit. Parallel zur eigentlichen Schallaufnahme können weitere Parameter wie Drehzahl,



*Turbinen- und Rotorblattgeräusche im Akustischen Bild*

Drehwinkel, Spannungen und Ströme aufgezeichnet werden. Dadurch wird eine zeitliche und räumliche Zuordnung der Schallquellen zum Betriebszustand des Messobjektes möglich.



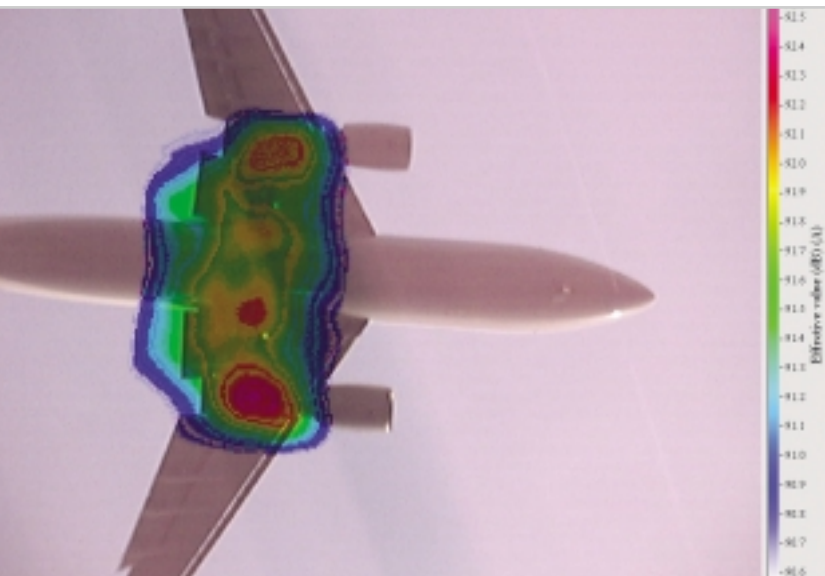
*Kugelarray zur Messung in Innenräumen*

# Lärmquellen exakt lokalisieren

## Bei Verursachern argumentieren Schallreduzierung dokumentieren

### Schall-Reduktion – eine zwingende Aufgabe in der Industriegesellschaft

Lärm – ein unterschätztes Umweltgift. Ab einer Dauerbelastung von 65 Dezibel steigt das Herzinfarkt-Risiko. Untersuchungen besagen, dass zwei Prozent der Herzinfarkt-Toten allein auf Verkehrslärm zurückzuführen sind. Besonders nachts, wenn Autos und Straßenbahnen nicht mehr objektiv wahrgenommen werden, beeinträchtigt er die Gesundheit durch Störung des Schlafes.



*Schallabstrahlung an Triebwerken, Fahrwerk und Landeklappen*

Deshalb sieht der Gesetzgeber immer strengere Auflagen für den Betrieb von technischen Einheiten vor. Dies gilt sowohl für das Großraumflugzeug und die Industrieanlage als auch für die einfache Bohrmaschine. Ein niedriger Geräuschpegel ist außerdem ein gutes Verkaufsargument.

Auf der anderen Seite sollen die Maschinen immer leistungsfähiger, schneller und leichter werden, was häufig zu einer erhöhten Geräuschemission führt. Und selbst umwelt-



*Star 36-Array bei der Messung von Überfliegergeräuschen*

freundliche Windkraftanlagen stoßen nicht immer auf taube Ohren. Das zwingt bereits im Stadium der Planung und Entwicklung zu enormen Investitionen, um diesen sich widersprechenden Anforderungen zu genügen.

## Lärmquellen exakt ermitteln und dokumentieren – in kürzester Zeit

Die Akustische Kamera spart viel Zeit und somit Geld. Mit dieser Innovation lassen sich Geräuschquellen in kürzester Zeit vom Standpunkt der „Beschallten“ aus genau lokalisieren. Bei Bedarf auch über viele hundert Meter hinweg. Das birgt enorme Vorteile. Statt Mikrofone in der Maschine oder Anlage zu platzieren und mühselig Quellen zu suchen, wird das Objekt als Ganzes mit



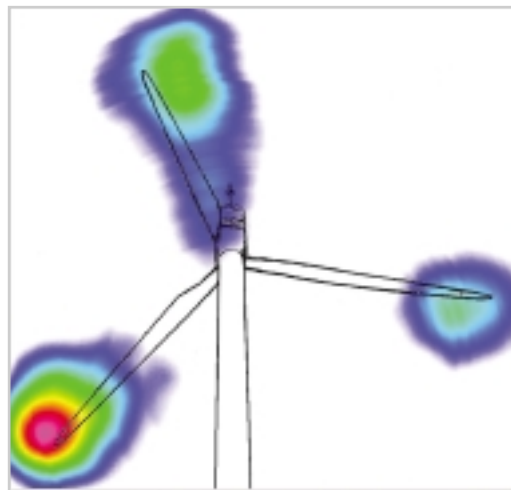
*Akustisches Bild einer Industrieanlage, aufgenommen aus 300 m Entfernung*

wenigen Messungen aus den wirklich relevanten Blickwinkeln erfasst.

Bei einer Windkraftanlage beispielsweise müssen mit herkömmlichen Methoden eine Vielzahl von Messpunkten mit Mikrofonen oder Schwingungsaufnehmern bestückt werden, bei der Größe des Objekts keine einfache Aufgabe. Ob aber die als besonders laut gemessenen Quellen tatsächlich für die Lärmbelästigung der Nachbargemeinde verantwortlich sind, bleibt

fraglich. Die Gefahr falscher Einschätzungen für Lärminderungsmaßnahmen ist aufgrund der unzureichenden Informationen groß. Hier sind schnell immense Geldsummen umsonst ausgegeben.

Unklarheit über wahre Ursachen der Geräuschbelästigung erschweren die Zuweisung von Verantwortung. Mit der Akustischen Kamera ist in diesem Beispiel zu erkennen, dass die zum Betrachter zei-



*Emissionen vom Rotor eines Windkraftwerkes*

gende Flächennormale besonders stark an der Schallabstrahlung beteiligt ist.

Schließlich wird die Dokumentation des Erfolgs von Schalldämmungsmaßnahmen stark vereinfacht. Eine „Vorher-Nachher“ Analyse, bestehend aus zwei akustischen Bildern, zeigt klar die Effektivität der getroffenen Maßnahmen.

# Geräusch-Analyse und Sounddesign mit der Akustischen Kamera

## Hochwertiger Sound – hochwertige Produkte

Geräusche müssen nicht unbedingt laut sein, um Unbehagen zu verursachen. Häufig sind es leise, dem Hauptschall völlig untergeordnete Quellen, die aber psychoakustisch in den Vordergrund treten.

In der Automobilindustrie, in der die Akustische Kamera bereits erfolgreich im Einsatz ist, sind Klapper-, Pfeif- oder Knackgeräusche in Fahrzeugen unerwünscht. Auch bei

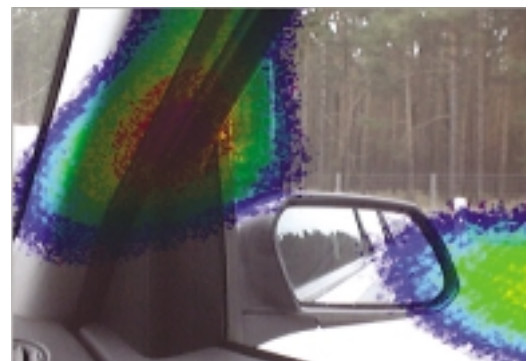


*Schallemissionen im Windkanal*

hoher Geschwindigkeit soll im Innenraum das Pianissimo eines Klassikkonzertes nicht durch Fahrgeräusche übertönt werden, und das Zuschlagen der Tür muss trotz Leichtbauweise einen satten Klang haben. Das Röhren eines Sportwagens oder der sonore Klang einer großräumigen Limousine

sind typische Erkennungszeichen von Automarken. Entsprechend hoch ist der Aufwand, den gewünschten Klang zu erzeugen und Störendes zu eliminieren.

Auch bei Haushaltsgeräten werden hochwertige Produkte zunehmend über hochwertigen Sound identifiziert. Geräusche,



*Windgeräusche im Fahrzeuginnenraum*

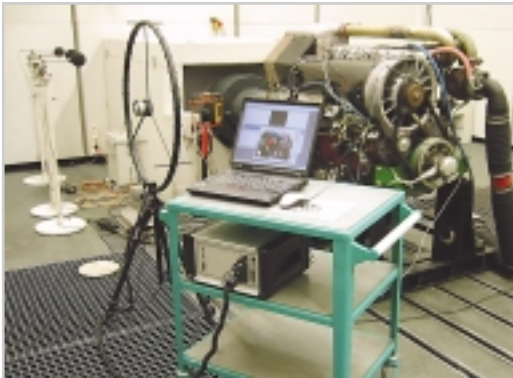
die im Alltag mit Fehlern im Zusammenhang stehen, wie Knacken, Knistern oder Röcheln, irritieren den Kunden und führen nicht selten zu unnötigen Reklamationen.

Bisher übliche Zeit-, Frequenz- und Modalanalysen haben einen entscheidenden Nachteil: Die Ortsauflösung ist begrenzt oder nicht vorhanden. Will man viele Orte der Maschine gleichzeitig erfassen, benötigt man für jeden Messpunkt ein separates Mikrophon, welches dicht am Messobjekt platziert werden muß – ein hoher finanzieller und zeitlicher Aufwand.

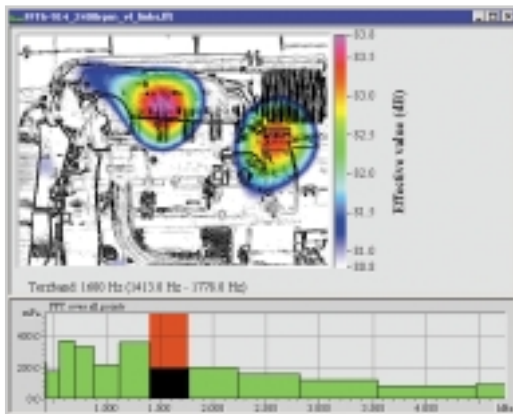


## Eine neue Dimension – ortsselektive Zeit- und Frequenzmessungen

Die Akustische Kamera erweitert die Zeit- und Frequenzselektivität um die Komponente Ortsselektivität. Neben dem Verlauf

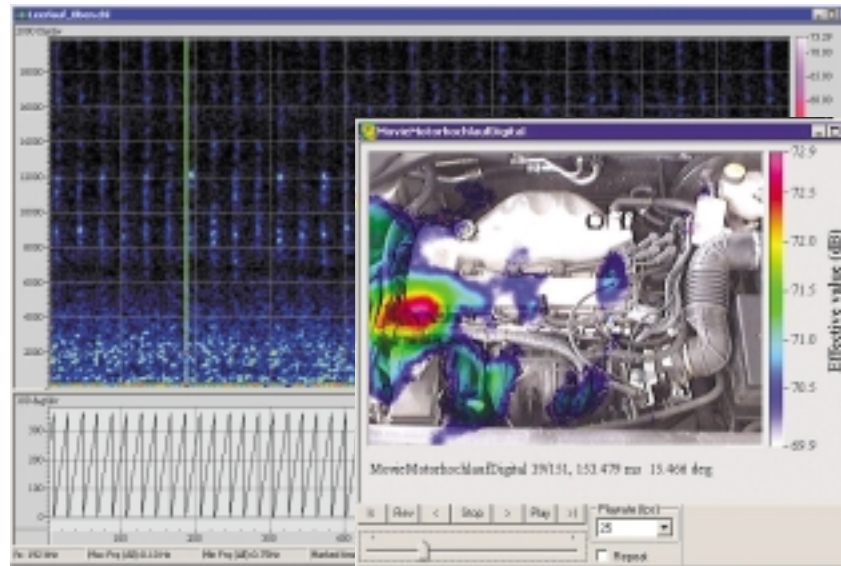


*Komplett aufgebautes Messsystem*



*Frequenzselektives Akustisches Bild*

des Schallsignals kann eine Sequenz von akustischen Fotos erzeugt werden – akustische Filme entstehen. Jetzt wird klar analysiert, wann wo welche Schallquellen aktiv sind. Im Bedarfsfall in extremer Zeitlupe, mit bis zu 192.000 Bildern/Sekunde. Zünd-, Ansaug- und Ausblasgeräusche einzelner Zylinder werden akustisch beobachtet. Schallwege sind erkennbar, Quellen und



*Motorgeräusche mit zugeordnetem Drehwinkel der Kurbelwelle, 1000 Bilder/s*

Reflexionen werden getrennt. Oft ergeben sich daraus völlig neue Erkenntnisse und Sichtweisen über die Entstehung von Schall. Auch die Analyse von bewegten Objekten ist möglich.

## Die Akustische Kamera erweitert bisherige Analyse- verfahren.

Natürlich beinhaltet die Akustische Kamera auch herkömmliche Analyseverfahren, wie A-Bewertung, Terz- und Schmalbandanalysen, Filter und vieles mehr. Darauf aufbauend sind jetzt detailliertere Untersuchungen möglich. In einem Spektrogramm können zum Beispiel Geräusche im Zeit- und Frequenzbereich markiert werden. Das Akustische Bild zeigt dem Anwender dann den Quellort dieses Geräusches. Oder ein

Punkt am Messobjekt wird angewählt, der davon ausgehende Schall kann rekonstruiert, dargestellt, in seine spektralen Anteile zerlegt oder über Lautsprecher wiedergegeben werden – und das alles nach beendeter Messung.

Damit werden Schallquellen hörbar, die sonst von wesentlich lauterer Geräuschen überlagert sind.

Beim Akustischen Film animiert die Software zusätzlich das Bild. Auf Wunsch wird das Spektrum des abgehörten Ortes eingeblendet.

Der Vorteil dieser Methode: Weder das Messobjekt, noch die Akustische Kamera müssen dazu aufgebaut sein. Alle benötigten Daten wurden bereits bei der Messung aufgezeichnet und abgespeichert. Im Büro werden jetzt die Aufzeichnungen analysiert. Wenn man bedenkt, wie hoch der Aufwand für Testläufe und Prüfstände bis-

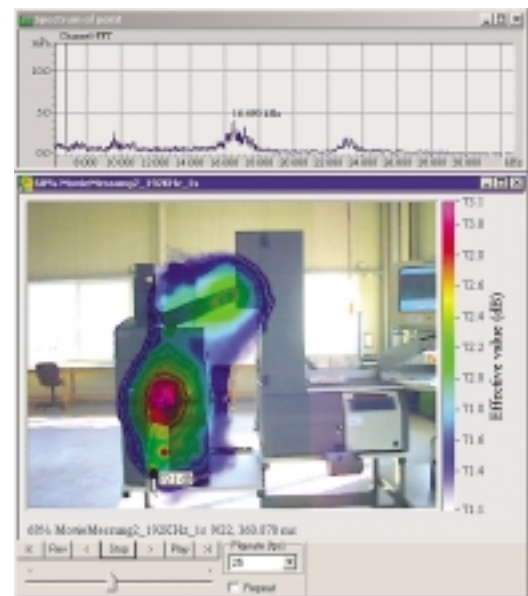


Markiertes Geräusch im Spektrogramm wird im Akustischen Bild zugeordnet

## Multisensorik – virtuelles Soundstudio

Je mehr Sinne beim Menschen für die Eingabe von Informationen genutzt werden, umso besser kann er komplexe Situationen erkennen und danach handeln.

Die Akustische Kamera setzt dieses Prinzip ein, um Zusammenhänge zwischen Gehörtem und „Gesehenem“ Geräusch aufzuzeigen. Nach beendeter Messung kann das Akustische Foto oder der Akustische Film virtuell abgehört werden. So, als wenn man die laufende Maschine mit einem Richtmikrofon in Echtzeit scannt. Der Sound des jeweiligen Ortes wird dabei über die Lautsprecher des Rechners wiedergegeben.



Virtuelles Abhören einer Geldzählmaschine mit eingeblendetem ortsselektivem Spektrum

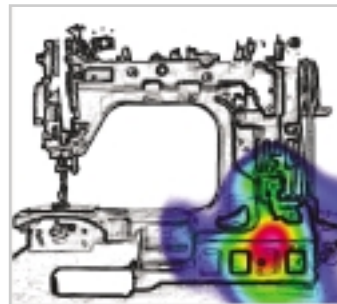
lang war, bietet die Akustische Kamera hier einen unschätzbaren Vorteil. Zeitlich und monetär.

# Fehlererkennung und Lokalisierung anhand veränderter Schallabstrahlung

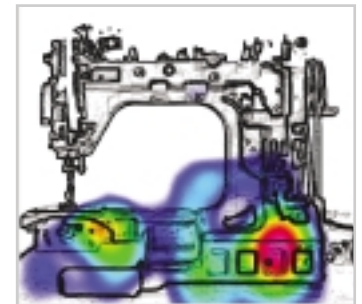
## Die Akustische Kamera ermöglicht das Erkennen von Fehlern und Defekten

Viele kennen die Situation: Der Motor vom Auto läuft, aber irgendetwas stimmt nicht. Die Geräuschkulisse ist anders. Noch bevor sich der Fehler mit einer Warnmeldung am Armaturenbrett bemerkbar macht, hören erfahrene Autobesitzer, dass mit ihrem Liebling etwas nicht in Ordnung ist. Auch in der Industrie äußern sich viele Fehler zuerst durch eine geänderte Schallabstrahlung. In der Qualitätskontrolle können erfahrene Mitarbeiter fehlerhafte Produkte häufig am abnormen Geräusch erkennen.

Mit der Akustischen Kamera können Fehler, die sich durch einen veränderten Klang bemerkbar machen, aufgedeckt werden, und zwar unabhängig von der „Tagesform“ der Qualitätssicherung. In einem einfachen



Normales Geräuschbild einer Nähmaschine



Fehler in der Unterfadenmechanik

Soll-Ist-Vergleich werden zwei akustische Bilder in der Software nebeneinander gelegt. Mit einem Mausklick kann man beiden Bildern den gleichen Wertebereich zuweisen. Abweichungen werden sichtbar, wobei durch die bildliche Darstellung zugleich ein Hinweis gegeben wird, wo der Fehler auftritt.

## Eine neue Technik etabliert sich am Markt: Schnell, handlich, aussagekräftig, reproduzierbar

Mit der Akustischen Kamera wird eine Innovation geboten, mit der sehr einfach Schallquellen geortet und nach verschiedensten Kriterien analysiert und dokumentiert werden können. Viele erfolgreiche Messeinsätze und Verkäufe belegen die Leistungsfähigkeit, Zuverlässigkeit und Genauigkeit dieser neuen Technologie. Stellvertretend für viele Unternehmen möchte sich die GFal für die Unterstützung bei der Entwicklung

und Markteinführung dieses Produktes besonders bedanken bei:

- BSH –  
Bosch u. Siemens Hausgeräte GmbH
- Daimler Chrysler
- Liebherr
- Porsche AG
- Rücker AG
- Volkswagen AG

Die Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik (GFaI) wurde 1990 gegründet und ist in Berlin-Adlershof tätig. Das Profil der GFaI umfasst Auftrags-FuE und wissenschaftliche Dienstleistungen sowie die Realisierung von Forschungsprojekten. Im Jahre 2002 gab es mehr als 100 erfolgreiche Kooperationen mit KMU, Forschungseinrichtungen und großen Unternehmen. Die über 80 Mitarbeiter verfügen über eine technische bzw. mathematisch-naturwissenschaftliche Ausbildung.

Referenzen sind u. a. Aufträge von Aglaia GmbH, BSH - Bosch u. Siemens Hausgeräte GmbH, der Bundesdruckerei, von Daimler Chrysler, der Deutschen Flugsicherung, der Deutschen Telekom AG, der Hauni Maschinenbau AG, von Keramag, Liebherr, Porsche, der Procter & Gamble Gruppe Deutschland, von Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co. KG, Siemens, VW sowie von Bundes- und Landesbehörden.

## Kompetenzfelder/Leistungen

- Bildverarbeitung
- 3D-Datenverarbeitung
- Technische Dokumentation
- Schaltschrank-Layout
- Multimedia-Technik
- Informationssysteme
- Adaptive Modellierung/  
Mustererkennung
- Fuzzy-Anwendungen
- Signalverarbeitung/Akustische Kamera
- Robotik
- Magnetische Sensoren
- Prozessautomatisierung
- Computer Aided Facility Management

## Ansprechpartner:

Bereich Akustische Kamera  
Telefon: +49 - (0)30 - 63 92 16 24  
www.acoustic-camera.com  
info@acoustic-camera.com

Vorsitzender des Vorstandes:  
Prof. Dr. Alfred Iwainsky

Geschäftsführer: Dr. Hagen Tiedtke  
Telefon: +49 - (0)30 - 63 92 16 00  
www.gfai.de  
service@gfai.de



Rudower Chaussee 30  
12489 Berlin



Produkte

Mit den  
Augen  
hören.



acoustic  
camera

Eine revolutionäre Lösung zum  
Orten von Schallemissionen

# Unterschiedlichste Einsatzgebiete

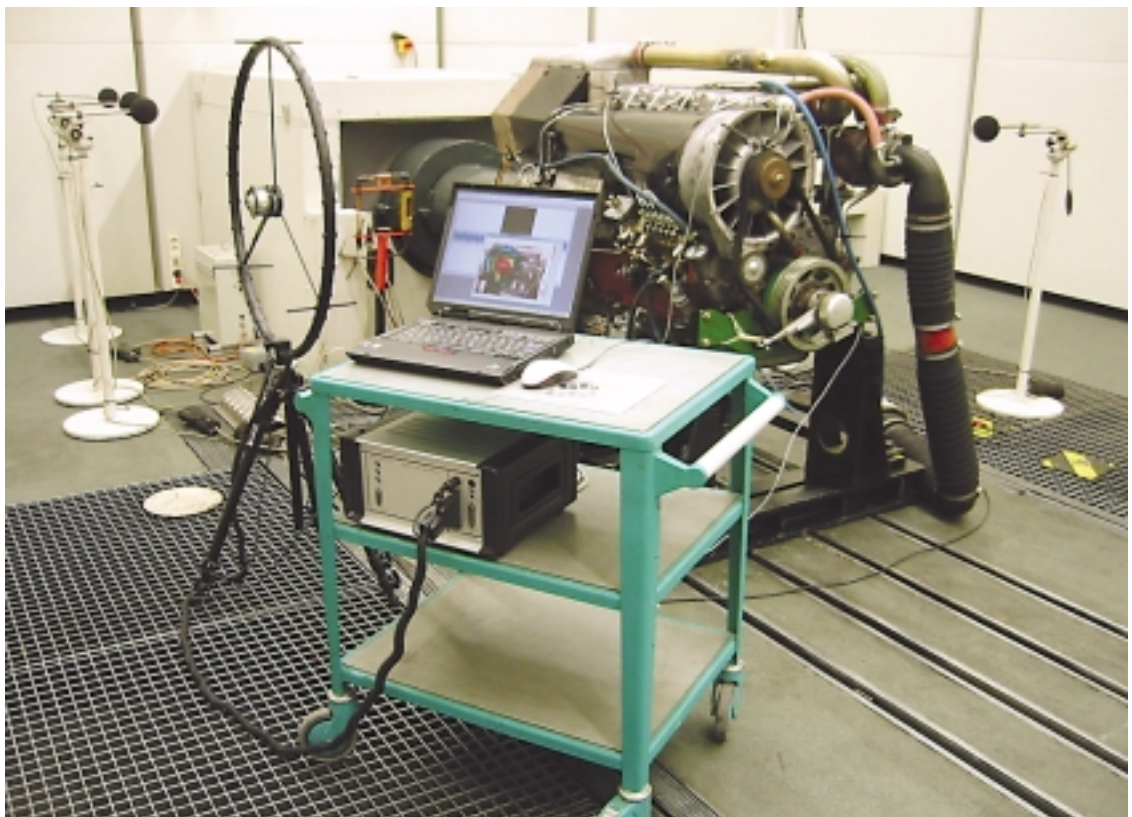
## modulare Lösungen

Die Akustische Kamera ist ein leichtes, modulares und somit flexibles System zur bildgebenden Lokalisierung und Analyse von Schallquellen. Durch die anschauliche, exakte und schnelle Darstellung von Geräuschen reduziert sie Entwicklungszeiten, visualisiert Lärmquellen und lokalisiert Qualitätsprobleme.

Die Einsatzgebiete sind so vielfältig wie die Welt des Schalls und erstrecken sich von Anwendungen im Freifeld über das Akustiklabor bis hin zum rauen Industrieinsatz.

Die Grundkonfiguration besteht aus Mikrofonarray, Datenrekorder, Notebook, und der Software „Noiselmage“.

Für verschiedene Einsatzgebiete werden unterschiedliche Mikrofonarrays angeboten. Diese Arrays sind untereinander kompatibel und enthalten neben 32 bis 36 selektierten Studiomikrofonen eine hochauflösende Digitalkamera (1280 x 960 Pixel).



*Komplett aufgebautes Messsystem*

Dieser Datenrekorder wurde speziell für die Akustische Kamera entwickelt. Er erlaubt hohe Abtastfrequenzen bei gleichzeitig hoher Kanalzahl und besticht durch leichte und kompakte Bauweise. Optional können parallel zu den Mikrofonsignalen weitere Parameter sowohl analog als auch digital aufgezeichnet werden.

### Technische Daten

- 36 Mikrofonkanäle im 10-Zoll-Rack
- optional 4 Sonderkanäle a 16 Bit (1x digital plus 3x analog)
- Samplingrate: 12 bis 192 kS/s pro Kanal, 16 Bit Auflösung
- Aufzeichnungsdauer: 1 Mio. Samples pro Kanal (5 bis 87 Sekunden)
- Kompatibel mit allen Mikrofonarrays durch MicBus - Stecksystem
- Integrierter programmierbarer Vorverstärker -28 dB bis 84 dB, in 7 dB-Stufen schaltbar
- Parallelport-Schnittstelle zum PC
- Eingangsimpedanz typ. 30 kOhm (angepasst an Mikrofonimpedanzen)
- Frequenzbereich: 30 Hz ... 20 kHz: -1dB, 80 kHz: -3dB
- Eingangs-Dynamikbereich: 160 µV...30 Vpp (THD < 5%)
- Eingangsbezogenes Rauschen kleiner 10µVeff ~ 20 dB(µ)
- Gleichlauffehler zwischen Kanälen typ. < 1 dB
- Kanalübersprechen < -40 dB
- Start/Stop gleitend triggerbar
- Externer Triggeranschluß (TTL-Pegel)
- Zusatzanschlüsse: Klicker, Laser
- Internes Netzteil, 230 V~, 80 VA, Schutzart IP20
- Einsatz-Temperaturbereich 0...40° C, konvektionsbelüftet
- Gewicht ca. 7 kg



### Sonderkanäle (optional)

Über eine Sonderkanalkarte des Datenrekorders (optional) sind zusätzliche Sensoren zur Drehzahl- und Drehwinkelmessung vorteilhaft einsetzbar. Aber auch U(t)- oder I(t)-Kennlinien können analog oder digital protokolliert werden. Daten (analog wie digital) werden gemeinsam mit Strobe-Signal der A/D-Wandler übernommen.

Es stehen drei Analogeingänge sowie ein 16-bit Digitaleingang zur Verfügung

### Eingang Analog (3 x 16 Bit)

- SMA-Eingangsbuchsen
- Abtastrate 12...192 kS/s, Puffer 1 MS pro Kanal
- Empfindlichkeit 160 µV...30 Vpp (THD < 5%)
- Speisestrom für SMA-Sensoren typ. 3 mA

### Eingang Digital (1 x 16 Bit)

- 16 Kanäle á 1 Bit, davon 8 Bit TTL plus 8 Bit wahlweise TTL oder differentiell beschaltbar
- Softwareunterstützung für Drehzahl- und Drehwinkelgeber IGR (3 Bit) sowie TTL-Drehzahl und TTL- OT 1 Bit

# Array Ring 32 (LN)\*

## 32-Kanal-Ringarray für den Einsatz im Akustiklabor

Das Ringarray ist als 32-Kanal Meßsystem für den Einsatz im Akustiklabor konzipiert. In der Variante „LN“ können damit auch sehr leise Geräusche gemessen werden. Abhängig von der spektralen Signalzusammensetzung sind Meßentfernungen von 0,7 bis 5 Meter optimal, bei Meßfrequenzen oberhalb 1 kHz sind auch größere Entfernungen möglich. Wie alle anderen Arrays ist auch der Ring mit Studiomikrofonen und MicBus-Mikrofonstecker ausgestattet.

Das Array zeichnet sich durch akustische Transparenz aus und „blickt“ akustisch nach vorn und hinten gleich gut. Rückwärtige Einkopplung sollte deshalb über schallschluckende oder schallzerstreuenden Hintergrund vermieden werden.

Bei Spezialkalibrierung sind qualitative Ultraschallaufnahmen im Bereich „Automotive US-Sensorik“ bis 50 kHz möglich. Durch die Konstruktion werden partielle Reflektionen und Resonanzen zwischen Meßobjekt und Array minimiert. Die ringförmige Anordnung gewährleistet geringstes Aliasing.

Eine USB-Videokamera ergänzt die Ausstattung. Damit ist es in Sekundenschnelle möglich, akustische Fotografien höchster Qualität zu machen.

Es finden eng selektierte Mikrofone ( $\pm 0,5$  dB) mit extrem linearem Frequenzgang Anwendung.

Alle Mikrofone werden über einen MicBus-Mikrofonstecker an den Datenrekorder angeschlossen.



Ein mitgeliefertes Stativ gestattet eine Aufstellung unter dem jeweils angepaßten Blickwinkel. In Verbindung mit einem Kalibriertester („Klicker“) ist ein schneller und einfacher Vor-Ort-Kalibriertest möglich.

Einen Einsatzschwerpunkt dieses Systems bildet die Motorakustik im Automobilbau. Das System ist leicht genug, um z. B. auch über einen Motor geschwenkt zu werden.

### Eigenschaften

- Einsatz in Entfernungen von 0,7 ... 5 m
- USB-Kamera (bis 1280 x 960), Fix-Fokus-Objektiv
- Kartierungen von 300 Hz ... 20 kHz (50 kHz)
- Dynamikbereich der Mikrofone 35...130 dB, 40 Hz ... 20 kHz, -1 dB 24...120 dB, 30 Hz ... 20 kHz, +1/-3 dB (LN)\*
- Selektion auf  $\pm 0,5$  dB bei 1 kHz
- MicBus Mikrofonstecker
- Durchmesser 75 cm, Gewicht ca. 5 kg

### Komponenten

- Kamera-Fuß 3/8"
- Stativ mit Tasche
- Transportkoffer



## Array Cube 32

### 32-Kanal-System für Messungen in Innenräumen

Die Cube-Anordnung ist als 32-Kanal Meßsystem für den Einsatz bei Rundum-Messungen sowie für Messungen unter räumlich beengten Verhältnissen bei hohen Frequenzen geeignet.

Akustische Transparenz wird durch eine Mikrofonanordnung in offener Kohlefaser-Konstruktion garantiert.

Die Anordnung gewährleistet geringstes Aliasing.

Meßentfernungen von 0,3 bis 1,5 Meter sind optimal, bei Meßfrequenzen oberhalb 3 kHz sind auch größere Entfernungen möglich. Wie alle anderen Arrays ist auch der Cube mit Studiomikrofonen und MicBus-Stecker ausgestattet.

In das Array ist eine USB-Videokamera integriert. Damit ist es in Sekundenschnelle möglich, akustische Fotografien höchster Qualität zu erzeugen. Durch die Konstruktion werden partielle Reflektionen minimiert.

Um Störungen des Wellenfeldes zu vermeiden, werden Mikrofone kleinster Bauform benutzt.

Ein mitgeliefertes Stativ gestattet eine Aufstellung unter dem jeweils angepaßten Blickwinkel.

In Verbindung mit einem Kalibriertester („Klicker“) ist ein schneller und einfacher Vor-Ort-Test möglich.



Die Rückwärtsdämpfung ist maximal, so daß rundum kartiert werden kann. Einen Einsatzschwerpunkt dieses Systems bildet damit die Innenraumakustik im Automobilbau.

### Eigenschaften

- Einsatz im Innenraum
- Knack- und Knarzgeräusche, Windgeräusche
- Cube-Durchmesser ca. 35 cm, ca. 1 kg
- Meßentfernungen von 0,3 ... 1,5 m
- Akustisch transparent
- USB-Kamera (bis 1280 x 960), Fix-Fokus-Objektiv
- Kartierungen von 1 kHz ... 10 kHz
- Rückwärtsdämpfung des Arrays bis -20 dB
- MicBus Mikrofonstecker
- Dynamikbereich der Mikrofone 35...130 dB, 30 Hz ... 20 kHz (50 kHz)  
Selektion auf +/- 0,5 dB bei 1 kHz

### Komponenten

- Kamera-Fuß 1/4"
- Stativ mit Tasche
- Transportkoffer

# Array Star 36

## 36-Kanal-Messsystem für große Distanzen und tiefe Frequenzen



Die Sternanordnung ist als 36-Kanal Meßsystem für den Einsatz bei Messungen auf weite Distanz konzipiert. Die Konstruktion stellt einen guten Kompromiß zwischen geringem HF-Aliasing, hohem LF-Kontrast und einfachstem Handling dar.

Die faltbare Konstruktion gestattet Unterbringung in einem Mittelklasse-Combi.

Das Array wird durch eine USB-Videokamera ergänzt.

Damit ist es in Sekundenschnelle möglich, akustische Fotografien zu machen. Durch die patentierte Konstruktion wird eine höchstmögliche Rückwärtsdämpfung gewährleistet, Voraussetzung für Messungen in nicht störungsfreier Umgebung.

Die Mikrofone werden über einen Stecker (MicBus) an den Datenrekorder angeschlossen. Damit ist das System schnell einsatzbereit.



Ein mitgeliefertes 3-Meter-Stativ mit 3D-Kopf gestattet eine Aufstellung unter dem jeweils angepaßten Blickwinkel. In Verbindung mit einem Kalibriertester ('Klicker') ist ein schneller und einfacher Vor-Ort-Test möglich.

### Eigenschaften

- USB-Kamera (bis 1280 x 960), Fix-Fokus-Objektiv
- Kartierungen von 100 Hz ... 7 kHz (> 6dB)
- Typische Meßentfernung 3 ... 300 m
- Länge gefaltet 2 m
- Gewicht ca. 10 kg
- Rückwärtsdämpfung bis zu -21 dB
- MicBus Mikrofonstecker
- Dynamikbereich der Mikrofone 35...130 dB, 30 Hz ... 20 kHz (50 kHz)

### Komponenten

- Array auf Kamera-Schnellwechselplatte
- 3 Meter-Stativ mit 3D-Kopf und Tasche
- Transporthülle auf Anfrage



# Software NoiseImage

Datenerfassung,  
Auswertung,  
Akustische Fotos  
und Filme

## Analysemethoden

- Akustische Fotos und Movies (dB(C), dB(A))
- Spektral bewertete Bilder (Spectral Frames)
- Kanaldateneditor
- Schmalbandfilter
- Akustisches Realzeit-Sucherbild
- Oszilloskop für Zeit- und Spektralfunktionen
- Ortsselektives Abhören des Bildes
- Abrollbilder bei Vorbeifahrt (Linescan)

## Umgebung

- Windows 98/Me/2000/XP
- Hauptspeicher minimal 128 MB
- Prozessortakt minimal 700 MHz
- USB-Port
- EPP-Interface für Datenrekorder
- Soundkarte
- Windows-Datenformate JPG, BMP, WAV, AVI, ASCII

## Eigenschaften

- Intuitiv erlernbare Oberfläche
- Integrierte Hardwareansteuerung für Datenrekorder und Kamera
- Automatikmodus oder manuelle Skalierung
- Vorsondierung des Aufnahmeortes mittels Live-Preview
- Speicherung aller für eine Aufnahme relevanten Daten (Zeitfunktionen, Koordinaten, Foto, Verstärker- und Mikrofonparameter, Messkommentar)
- Wählbare Farbtabelle
- Automatische Kantenextraktion
- Selektierbarer Bildausschnitt
- Manuell und global einstellbarer Wertebereich
- Lineare oder logarithmische Kartierung, A-Bewertung
- Interaktionen zwischen Fenstern: Spektrum eines Orts, Spektralbild eines Zeitintervalls, Spektralbild eines Frequenzintervalls, Klang eines Ortes usw.
- Synchronisation der Akustischen Filme mit Drehwinkel, Drehzahl
- Schaltbare Bildinhalte: Extraktion, Foto, Karte, Arrayprojektion, Fileinfo
- Wählbare Weichheit des Bildübergangs und der Bildfrequenz
- Visualisierung des aktuellen Rechenintervalls
- Synchronisation von Kanaldatenbereich und Bild

Die Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik (GFaI) wurde 1990 gegründet und ist in Berlin-Adlershof tätig. Das Profil der GFaI umfasst Auftrags-FuE und wissenschaftliche Dienstleistungen sowie die Realisierung von Forschungsprojekten. Im Jahre 2002 gab es mehr als 100 erfolgreiche Kooperationen mit KMU, Forschungseinrichtungen und großen Unternehmen. Die über 80 Mitarbeiter verfügen über eine technische bzw. mathematisch-naturwissenschaftliche Ausbildung.

Referenzen sind u. a. Aufträge von Aglaia GmbH, BSH - Bosch u. Siemens Hausgeräte GmbH, der Bundesdruckerei, von Daimler Chrysler, der Deutschen Flugsicherung, der Deutschen Telekom AG, der Hauni Maschinenbau AG, von Keramag, Liebherr, Porsche, der Procter & Gamble Gruppe Deutschland, von Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co. KG, Siemens, VW sowie von Bundes- und Landesbehörden.

## Kompetenzfelder/Leistungen

- Bildverarbeitung
- 3D-Datenverarbeitung
- Technische Dokumentation
- Schaltschrank-Layout
- Multimedia-Technik
- Informationssysteme
- Adaptive Modellierung/  
Mustererkennung
- Fuzzy-Anwendungen
- Signalprocessing/Akustische Kamera
- Robotik
- Magnetische Sensoren
- Prozessautomatisierung
- Computer Aided Facility Management

## Ansprechpartner:

Bereich Akustische Kamera  
Telefon: +49 - (0)30 - 63 92 16 24  
www.acoustic-camera.com  
info@acoustic-camera.com

Vorsitzender des Vorstandes:  
Prof. Dr. Alfred Iwainsky

Geschäftsführer: Dr. Hagen Tiedtke  
Telefon: +49 - (0)30 - 63 92 16 00  
www.gfai.de  
service@gfai.de



Rudower Chaussee 30  
12489 Berlin

