

Forschungsthema

Registrier-Nr.

**IMF**

**501/98**

Sachbericht

## **Interferenzielles Meßsystem zur dreidimensionalen Geräuschkartierung für den Innenraum vorrangig von Fahrzeugen**

Projektlaufzeit

1.4.98 bis 31.12.1999

Projektleitung

Dr. G. Heinz

Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V. (GFal)  
Albert-Einstein-Str. 16, D-12489 Berlin

Tel. +49 (30) 6392 1600

Fax. +49 (30) 6392 1602

Das Projekt wurde gefördert durch das  
Bundesministerium für Wirtschaft (BMWi)

Berlin, den 30.5.2000

Unterschrift .....

Projektverantwortlich Dr. G. Heinz

# Inhalt

	Seite
<b>1 Gegenüberstellung der Ergebnisse mit Zielsetzungen des Antrags</b>	<b>3</b>
<b>2 Darstellung der erzielten Ergebnisse</b>	<b>6</b>
<b>3 Auswirkungen auf die technisch-technologische Entwicklung</b>	<b>7</b>
<b>4 Nutzen für kmU</b>	<b>8</b>
<b>5 Veröffentlichungen in Zusammenhang mit dem Projekt</b>	<b>8</b>
<b>6 Schutzrechte</b>	<b>9</b>
<b>Anlagen</b>	<b>10</b>

# 1 Gegenüberstellung der Ergebnisse mit den Zielsetzungen des Antrags

Mit der Einführung computergestützter Methoden zur interferenziellen Rekonstruktion durch erfolgreiche Experimente mit der sog. ‚Akustischen Kamera‘ kamen aus Automobilbau und Bauwesen Anfragen zur Einsetzbarkeit dieser Technik für die Kartierung von Innenräumen. Insbesondere interessieren Schallbrücken in KFZ und in Wohnungsbauten, sowie komplexe Emissionsstrukturen in Innenräumen. Hauptgegenstand des Projekts IMF war die Aufnahme des Schallfeldes mittels sphärischem Mikrofonarray und dessen Rekonstruktion auf Flächen einer 3D-Datenbasis (Autocad, VRML). Ein spezifischer 3D-Kern unter MFC ist im Projekt entstanden. Spezifische Hardware wurde entwickelt.

Das Projektziel eines 20-Kanal Arrays und Verstärkers wurde überboten. Um Zeitfunktionen spherisch aufnehmen und verarbeiten zu können, wurde eine neue, spezifische Carbonfaser-Grundkonstruktion für das Array entwickelt, Fig.3. Eine neue, MFC-basierende 3D-Rekonstruktionssoftware wurde entwickelt. Die Software kann nicht nur zur Kartierung auf 3D-VRML/DXF-Modelle in Fahrzeugen angewandt werden, unter Nutzung einfacher Quadermodelle ist sie vorteilhaft auch zur Erstinspektion von Räumen geeignet. So konnte die Software erstmals eine Bewährungsprobe bestehen im Falle der Inspektion eines Induktionstiegelofens (ABB Dortmund/ RWTH Aachen/ Duktiguss Fürstenwalde). Stehende Interferenzen verhindern an diesen Öfen eine klassisch-akustische Analyse, FEM-Analysen führten nicht weiter. Mit den neu entwickelten Tools war eine sofortige Aufklärung des Emissionsmodells möglich. Dies wird zu einer neuen, leiseren Grundkonstruktion der Öfen führen.



**Fig. 1: Um im Projekt parallel Hardware und Software entwickeln zu können, mussten zunächst akustische Daten mit unkonventionellen Methoden gesammelt werden (Bilder bitte vertraulich behandeln)**

Folgend sind wesentliche Zielsetzungen des Antrages zu Ergebnissen zugeordnet.

Die im Arbeitsplan aufgeführten Entwicklungen und Untersuchungen konnten im Projektzeitraum realisiert werden, entsprechende Zielstellungen wurden erreicht. Die Zielstellungen des Projektes sind in verschiedene Richtungen nutzbar, insbesondere aber gelang es aber im Projekt, wesentliche Schritte in der Entwicklung dreidimensionaler, akustischer Photo- und Kinematographie voranzukommen.

Bei Bearbeitung des Projekts zeigte sich, daß wirtschaftlich positive Effekte entstehen können, wenn innerhalb der Software für die Bildgebung zusätzlich eine bessere Visualisierung vorgenommen wird. Das bisherige Konzept ging davon aus, daß die Kartierungen dreidimensionaler Oberflächen in die 3D-CAD-Software zurückgeholt werden, aus der die 3D-Modelle stammen. Dieser Verfahrensweg, so zeigt die Praxis, führt zu Fehlern und Problemen, da oftmals komplexe und nichttriviale Konvertierungsprobleme (Übergang Dekomposition -> zu färbende Punktwolke -> Komposition) auftreten. Eine Lösung des Problems, die zu wesentlich effizienterer Arbeit mit dem System führte, bestand darin, einmalig das Modell zu holen, und Visualisierungen innerhalb des Systems

vorzunehmen. Dann sind Daten nur noch im Ausnahmefall in 3D-CAD-Systeme rückzukonvertieren, die Arbeit mit dem System wird effizienter.

Ein Problem wird sofort deutlich: es existieren i.a. keine spezifischen 3D-Vorlagen für Innenräume, so konnte zunächst nur auf vorhandene Modelle zurückgegriffen werden.

Auch haben die verschiedenen, interessierten Firmen unterschiedliche 3D-Hausformate, die teilweise nicht oder qualitativ unzureichend konvertibel sind. Wir treffen auf Forderungen, von und zu In- und Output-Originalfiles im Format AutoCAD, Softimage, 3D-Studio, Lightwave, QuickDraw3D und Cinema4D zu konvertieren. Die Entwicklung entsprechender Schnittstellen ist innerhalb eines einzigen Projekts nicht denkbar.

Um die wirtschaftliche Verwertbarkeit und Nützlichkeit des Projekts IMF zu erhöhen, wurde innerhalb einer Projektverlängerung ein Zusatzmodul für die Anzeige dreidimensionaler Ergebnisse geschaffen. Mit einem zusätzlich geschaffenen Visualisierungsmodul sind in drei Teilebenen jeweils die Funktionen Rotation, Moving und Zooming zu implementiert. Dies setzte eine Projektverlängerung mit einem zusätzlichen Arbeitsaufwand von etwa 9 Mannmonaten voraus.

Die im Arbeitsplan festgelegten Teilziele wurden erreicht. Inhaltliche Modifikationen gab es in der Gestaltung des Mikrofonarrays. Während im Antrag von der Realisierbarkeit eines reflexiven Systems als geschlossene, 20-kanalige Kugel ausgegangen wurde, gelang es darüber hinaus eine akustisch verbesserte Grundkonstruktion für ein offenes 32-Kanal Array zu entwickeln. Damit entfielen die im Antrag benannten Probleme der partiellen Abschattung im Bereich des Arrays, bei Rekonstruktionen kann mit voller Kanalzahl nach allen Richtungen gearbeitet werden.

## Im Detail:

### 1.1 Algorithmische Arbeiten

1. *Kompatibilitätsuntersuchung*
2. *Interferenztransformation für inhomogenen Laufzeitraum (LZR)*
3. *Dreieckszerlegung des 3D-Raumes bis zu einer Schranke ('Auflösung')*
4. *Sprachsyntax, 3D-Objektbildung, Testvisualisierung*

zu 1.1) Ausgehend von einem DXF-Input wird ein internes Zwischenformat in Form einer groben Punktwolke generiert, bei dem die verschiedenen, nicht benötigten DXF-Sektionen entfallen. Andere Formate werden über zugekaufte und angepaßte Tools zunächst über DXF konvertiert.

zu 1.2) Dadurch daß es gelang, eine akustisch transparente Carbonfaserkonstruktion des Arrays zu entwickeln, entfielen die Probleme der partiellen Mikrofonabschattung. Damit konnte die informationell nutzbare, effektive Kanalzahl gegenüber der Antragstellung mehr als verdoppelt werden. Spezifische Probleme des inhomogenen LZR waren nur noch im Bereich der zu kartierenden Hülle zu lösen.

zu 1.3) Ausgehend von einem Eckpunkt werden die beiden anliegenden Strecken in Abschnitte der Länge  $k$  zerlegt. Mit einem zweiten Eckpunkt wird die dritte Strecke in  $k$  Abschnitte zerlegt.  $k$  gibt die erforderliche Auflösungsschranke an.

zu 1.4) Es entsteht eine feine, bis auf  $k$ -Längen zerlegte Dreiecksstruktur mit folgender Syntax: die nummerierte Liste aller aufgelösten Punkte wird über die Liste aller Dreiecke indiziert. Der Farbwert jedes Dreiecks wird aus den Interferenzwerten der Eckpunkte über eine Farbtabellenzuordnung gemittelt.

### 1.2 Softwareentwicklung

1. *Umsetzung der Interferenztransformation für inhomogenen LZR*
2. *3D-Punktwolkenzuordnung zu Interferenzwerten, I/O-Routinen*
3. *Dreiecksfüllung und vereinfachte Pseudo-3D-Darstellung*
4. *VxD-Gerätetreiber für serielle Schnittstelle unter Windows'95*

zu 2.1-3) Unter Visual-C 6.0 (Windows95) wurden spezifische Klassen entwickelt und in eine MFC-Umgebung eingepaßt:

- ◆ *3DSelObject.cpp*                    *Konvertierung auf internes Datenformat*
- ◆ *3DPhotoDlg.cpp*                    *3D-Darstellungsvorbereitung*
- ◆ *3DFrame.cpp*                        *Datenaustausch zwischen Klassen*

- ◆ *3DDoc.cpp* *Dreieckszerlegung und Kartierung*
- ◆ *3DView.cpp* *Bildschirmausgabe, 3D-Drehung, -Moving, -Zoom*

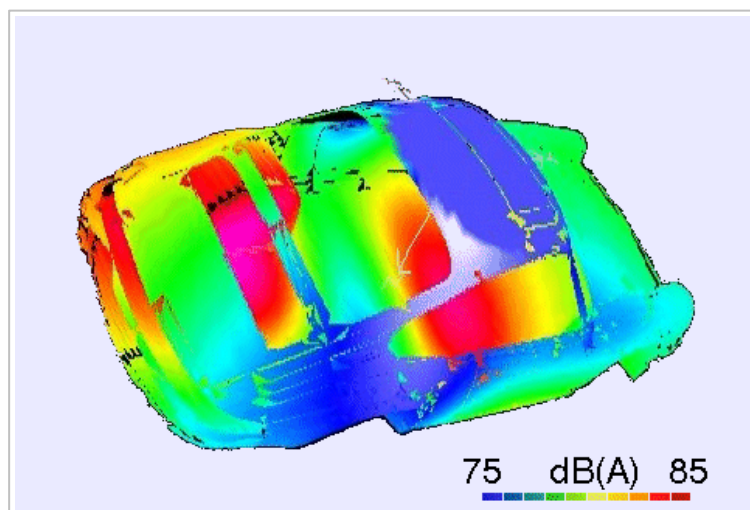
Es entstanden verschiedene, neue Klassen für 3D-Objekte in der benötigten Form. Im Rahmen einer Projekterweiterung (siehe 5) konnte über die Aufgabenstellung hinausgehend ein spezifisches, interaktives Darstellungswerkzeug entwickelt werden.

zu 2.4) Ein spezifischer, geräteunabhängiger Treiber für verschiedene digitale Datenrecorder wurde entwickelt. Damit wird es möglich, Soft- und Hardwareentwicklung unabhängig voneinander zu verfolgen. Vergleichbar zu Druckertreibern gelingt es, unterschiedlichste Hardwareschnittstellen (WIN30DS über ISA-Bus, dREC192 über EPP-Interface) anzusteuern.

### 1.3 Hardwarearbeiten

1. *Entwicklung eines spezifischen Meßverstärkers*
2. *Entwicklung eines Pufferspeichers mit serieller Ausgabe*
3. *Entwicklung einer seriellen Schnittstelle (USB/RS232/IRDA) auf Arrayseite*
4. *Aufbau, Verdrahtung, Fehlersuche*

Die Arbeiten wurden entsprechend Arbeitsplan erfolgreich absolviert. Statt einer seriellen Schnittstelle wurde ein EPP-Interface implementiert. Eine Marktanalyse zeigt, daß dies auf PCs und Laptops die derzeit weitverbreitetste, schnelle Schnittstelle ist. Entsprechend konnte der Pufferspeicher in gemischt seriell/paralleler Form angelegt werden: es findet ein 64 Mb dRAM Anwendung, in den pro Abtastung (16 bit) zwei Byte jeweils parallel eingeschrieben werden. Die interne Buskommunikation erfolgt über 16 bit und einen Parallel-Serien-Wandler.



**Fig. 2: Projektergebnis: Erstes, akustisches 3D-Bild. Bereiche hoher Intensität sind rot gefärbt. Mit dem IMF-Projekt konnten Werkzeuge für die Bearbeitung von 3D-Modellen geschaffen werden**

### 1.4 Gerätebau

1. *Entwicklung und Bau des 20-Kanal-Kunstkopfarray-Chassis*
2. *Entwicklung und Bau des Preamplifier-Chassis (evtl. im Array untergebracht)*
3. *Entwicklung und Bau eines Gestells für den Kunstkopf*
4. *mechanische Arbeiten*

Statt eines 20-kanaligen, reflexiven Kunstkopfes wurde ein 32-kanaliges, offenes Array aus laminierten Carbonfasern entwickelt. Dieses gestattet einerseits eine effizientere Ausbeutung der aufgenommenen Informationen, da Abschattungen von Kanälen entfallen, andererseits wurden hinreichend kleine

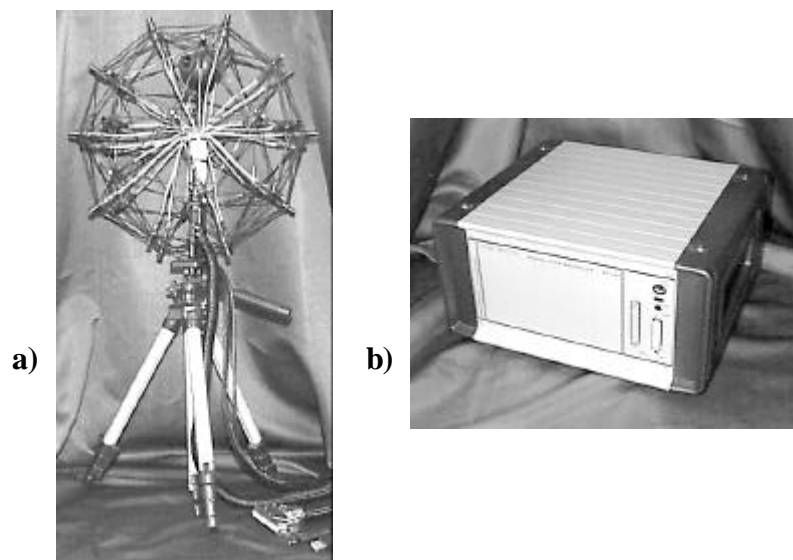
Mikrofone gefunden, damit konnte die Kanalzahl von 20 auf 32 erhöht werden, bessere akustische Bildqualitäten sind erreichbar (siehe Bild).

### 1.5 Visualisierung (Projekterweiterung)

1. *Entwicklung eines 3D-View-Screens (xyz) ausgehend von der internen Datenstruktur*
2. *Entwicklung eines 3 mal 2D-Editor-Screens (xy, yz, zx)*
3. *Implementierung von nutzerfreundlichen Funktionen Rotation, Moving, Zooming*

## 2 Darstellung der erzielten Ergebnisse

Weltweit existieren verschiedene Ansätze, derartige Kartierungen zu berechnen. An der GFal wurde 1993/94 die Interferenztransformation entwickelt [10] mit dem Ziel, einen spezifisch abstrakt-optischen Lösungsansatz auf den Computer zu übertragen. Dabei gehen wir über die Optik hinaus: Während die Optik auf Linsen angewiesen ist, kann der Computer ohne Linsen auskommen - er benutzt anstelle der Linsen invertierte Zeitfunktionen der Mikrofonsignale, und kommt zu Erregungskarten, die nicht mit den Problemen optischer Linsenabbildungen, wie axiale Nähe, Kissenverzerrungen etc. belastet sind.

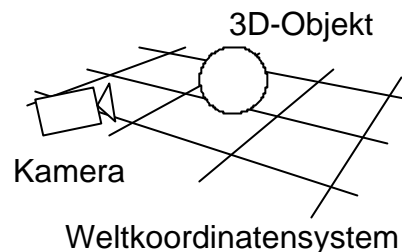


**Fig. 3:** a) Im Projekt entstandenes 32-Kanal Kugelarray in Carbonfaserkonstruktion, bestückt mit Studiomikrofonkapseln. Im oberen Bildteil ist die Video-Kamera zu entdecken, nach links außen zeigt ein Laser. Zwei weitere Laser geben die Seitenausrichtung vor; b) digitaler Datenrecorder für 32-Kanäle mit Businterface für 32 dreipolige Studiomikrofone (Sennheiser KE411-2).

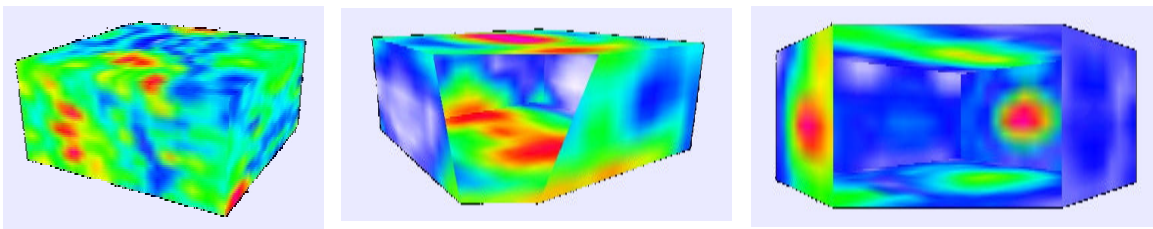
Werden mehrere Mikrofone an verschiedenen Stellen eines Raumes aufgestellt, so empfängt jedes Mikrofon die Summe der verzögerten Schallwellen aller elementaren Quellen im Raum. Mitnichten sind empfangene Signale identisch. Jede winzige Änderung der Raumgeometrie verändert das Muster der Zeitfunktionen sämtlicher Mikrofone. Der Gedanke liegt nahe, daß die Raumgeometrie in den Mikrofonsignalen enthalten sein muß. Das scheinbare Rauschen empfangener Signale repräsentiert

genau diese Rauminformation. Leider aber ist die Herauslösung der Rauminformation problematisch. Mathematisch finden wir ein extrem unterkonditioniertes Gleichungssystem vor, welches explizit nicht nach den Zeitfunktionen der Raumpunkte auflösbar ist. Die Tatsache aber, daß wir sehen können beweist, daß es dennoch Methoden gibt, aus dem Wellenäther des Raumes zu Erregungskartierungen zu kommen.

Weitere Info's siehe [http://www.gfai.de/www\\_open/perspg/heinz.htm](http://www.gfai.de/www_open/perspg/heinz.htm)



**Fig. 4:** Sämtliche Bewegungen im virtuellen Bildraum sind als Bewegungen einer virtuellen Kamera in Bezug auf ein im Weltkoordinatensystem feststehendes 3D-Objekt definiert, sie werden interaktiv per Maus gesteuert



**Fig. 5:** Im Projekt entstandener 3D-View-Screen. Beispiel Cubes: v-l.n.r.: Gesamtansicht und Blicke in ein Objekt

1	2	3
4	5	6
7	8	9

**Fig. 6:** Aufteilung des Screens für 3D-Maus-Interaktionen. Bewegungsrichtungen sind: Rotation nach rechts/links (4,6), Shift nach rechts/links (5), Rotation nach oben/unten (2,8), Shift nach oben/unten (5), Zoom hinein- und heraus (CTL 5, ALT 5). Diagonalenrotationen über 1,3,7,9

## Referenzen/Literatur

- [1] Heinz, G.: Neuronale Interferenzen. Manuskript, 300 Seiten, 1993-1994. Auszüge in PS-Files unter URL: [http://www.gfai.de/www\\_open/perspg/g\\_heinz/veroef/veroeff.htm](http://www.gfai.de/www_open/perspg/g_heinz/veroef/veroeff.htm)

- [2] Ochel, M.: Bilder aus der Welt des Schalls. Berliner Zeitung vom 4.6.1997, siehe [15]
- [3] Frankfurter Allgemeine Zeitung 27.6.1997: Akustische Kamera entwickelt. siehe [15]
- [4] Eine Kamera sieht Krach. GEO, Heft 9/97, Seiten 147-148. Nachdruck in GEO-Korea, Heft 11/97, S. 172-173. siehe [15]
- [5] siehe [http://www.gfai.de/www\\_open/perspg/g\\_heinz/eeg/ghmovies.htm](http://www.gfai.de/www_open/perspg/g_heinz/eeg/ghmovies.htm)
- [6] de Weert, O.: Eine Kamera sieht Lärm. Berliner Morgenpost 24.11.1997, S.30. [15]
- [7] Bäsecke, J.: Sichtbarer Lärm. Bild der Wiss., Heft 11/1997, S. 107-108, siehe [15]
- [8] Johe, A.: Berliner Wissenschaftler entwickelten Kamera, die Lärm sieht. N3-Prisma vom 25.11.1997, 22.15 Uhr siehe [15]
- [9] Akustische Kamera: [http://www.gfai.de/www\\_open/perspg/g\\_heinz/akustik/camera.htm](http://www.gfai.de/www_open/perspg/g_heinz/akustik/camera.htm)
- [10] Heinz, G., Höfs, S., Busch, C., Zöllner, M.: Time Pattern, Data Addressing, Coding, Projections and Topographic Maps... BioNet'96, GFai Berlin, ISBN 3-00-001107-2 siehe URL [http://www.gfai.de/www\\_open/perspg/bionet/papers/bionet96.ps](http://www.gfai.de/www_open/perspg/bionet/papers/bionet96.ps)
- [11] Fink, M.: Time reversal in acoustics. Contemporary Physics, 1996, vol. 37, p. 95-109
- [12] Hald, J. Use of Spatial Transformation of Sound Fields (STSF) techniques in the automotive industry. Brüel & Kjaer, Techn. Review No. 1-1995, p.1-23
- [13] Michel, U.: On the usability of signal processing in the frequency domain for the mapping of sound sources with microphone arrays. DLR-IB 92517-97/B3
- [14] Su, B.: Interferencial approaches to Radar- and NMR-Tomography. GFai-Studie 11/97
- [15] Homepage-URL [http://www.gfai.de/www\\_open/perspg/heinz.htm](http://www.gfai.de/www_open/perspg/heinz.htm)
- [16] siehe [http://www.gfai.de/www\\_open/perspg/g\\_heinz/akustik/videorec/videorec.htm](http://www.gfai.de/www_open/perspg/g_heinz/akustik/videorec/videorec.htm)
- [17] siehe [http://www.gfai.de/www\\_open/perspg/g\\_heinz/kardio/45kstat.htm](http://www.gfai.de/www_open/perspg/g_heinz/kardio/45kstat.htm)
- [18] siehe [http://www.gfai.de/www\\_open/perspg/g\\_heinz/produkte/mess5mhz.htm](http://www.gfai.de/www_open/perspg/g_heinz/produkte/mess5mhz.htm)
- [19] [http://www.gfai.de/www\\_open/perspg/g\\_heinz/eeg/ghmovies.htm](http://www.gfai.de/www_open/perspg/g_heinz/eeg/ghmovies.htm) (letztes Movie)

### 3 Auswirkungen auf die technisch-technologische Entwicklung

Mit den Projektergebnissen kommen wir dem Ziel der Entwicklung industriereifer, akustischer Kameras für die Untersuchung von Innenräumen näher. Insbesondere im Bereich Großgeräte (Firmen wollen nicht genannt werden) sind in Kabinen oft noch hohe Schallpegel anzutreffen. Im Baubereich sind Lärmbrücken zu diagnostizieren. Und im PKW-Innenraumbereich interessiert vorrangig die Übereinstimmung der Meßergebnisse mit theoretischen Prognosen.

Die entwickelten Methoden führen zu einer Resonanz in der Öffentlichkeit.

Wenn in naher Zukunft akustische Kameras auch für den Innenraum vorhanden sein werden, wird es Maschinenbauern und Geräteentwicklern möglich, die Emission ihrer Geräte gezielt zu analysieren. Im Projekt gelang es, eine Vielzahl von Methoden zu entwickeln, diesem Ziel näher zu kommen.

Einerseits entstehen dadurch neue Arbeitsplätze in einem neuen high-tech-Bereich, andererseits werden insbes. kmU, die sich keine aufwendigen, akustischen Analysen leisten können, in die Lage versetzt, schnell die kritischen Emissionszonen an Geräten, Fahrzeugen und Anlagen zu erfassen. Damit entsteht ein Konkurrenzvorteil deutscher Industrie, da Lärm zunehmend als Umweltgift erkannt wird. Laut einer britischen Studie stellen streßinduzierende Lärmemissionen die signifikanteste Ursache für Herzinfarkt dar.



## 4 Nutzen für kmU

Wir hoffen, daß mit der Entwicklung Lärmkartierungen für kmU eher realisierbar werden. Obwohl akustische Dienstleistungen teuer sind, kartiert eine akustische Kamera etwa für ein Zehntel des Preises und zehnmals so schnell wie ein Akustiker mit einer Intensitätssonde. Dafür ist die Qualität umso überzeugender. Für ein Unternehmen werden Lärmuntersuchungen in einem etwa zehnmals größeren Rahmen möglich. Insbesondere kmU sind mit Dienstleistungsangeboten der Zukunft adressiert: Eine Lärmursachenanalyse durch ein Akustikbüro ist i.a. nicht unter ein- bis zwei Arbeitswochen zu haben, mit einer akustischen Kamera geht es innerhalb von Stunden. Da die deutsche Exportwirtschaft vornehmlich vom kmU-getriggerten Maschinenbau lebt, sind Konkurrenzvorteile deutscher Industrie in größerem Maßstab zu erreichen. Etwa fünfzig bislang durchgeführte Lärmkartierungen für unterschiedlichste Unternehmen führten zu einer wesentlichen Aufklärung der Schwingungs- und Schallabstrahleigenschaften der untersuchten Geräte.

## 5 Veröffentlichungen in Zusammenhang mit dem Projekt

### Andere über uns

Folgende Artikel über Ergebnisse der Arbeitsgruppe Heinz erschienen im Projektzeitraum:

- [20] ProSieben-TV, Galileo, 8.11.1999, 19.50 Lärmkamera
- [21] RTL sternTV, 23.6.1999, 22.05 Wie aus Schallwellen Bilder werden
- [22] Die Welt, 16.6.1999, p.38 Forschungsförderung macht sich bezahlt
- [23] AiF-Innovationstag, 15.6.1999, 1999 BMBF-Ministerin Bulmahn zu Gast bei akustischer Kamera
- [24] MDR-Erfindermagazin 'Einfach genial': Akustikkamera gewinnt ersten Preis. 11.5.1999, MDR 19.50 Uhr
- [25] Industrieanzeiger: "Software statt Zettelwust". Konradin Verlag Leinfelden-Echterdingen, Jahrgang 121, Nr. 10 v. 8.3.1999, Seiten 24-25 (op)
- [26] ND-Special: Innovationen, Dienstag, 26. Januar 1999, Seite 14, "Hybride, deren Neuheit noch nicht gesehen wird", Autor: Hendrik Lasch
- [27] 3sat, Technikmagazin 'HITEC', 11.1.1999, 21 Uhr, "Wenn Geräusche sichtbar werden", Beitrag von Jürgen Moll
- [28] Ostdeutscher Rundfunk Brandenburg (ORB), Wissenschaftsmagazin, 29.9.1998, "Lärmkamera - Fahndung nach störenden Geräuschen" Beitrag von Anne Johe
- [29] Die Welt, Hamburg, Juli 1998, "Computer fotografiert Lärm", Quelle: ADN
- [30] Ostdeutscher Rundfunk Brandenburg (ORB), OZON - Das Umweltmagazin, 3.6.1998, 21 Uhr: "Lärmfotografie - das unterschätzte Umweltgift wird sichtbar". Beitrag von Joern Stiller, M4-Medien
- [31] Deutsche Welle, Sendung "Leonardo - Das Zukunftsmagazin": "Die akustische Kamera", 9./10.4.1998, 09.04.1998, 15:00 und 19:30 Uhr, 10.04.1998, 02:30 und 10:30 Uhr. Beitrag von Joern Stiller
- [32] c't 1998, Heft 6, Seite 76 aktuell/CeBIT-Forschung: "Geräusche fotografieren" (ae)

### Praktika und Diplomarbeiten

- [33] Döbler, D.: Entwicklung eines mehrkanaligen Datenrecorders für akustische Messungen. Diplomarbeit, FH Stralsund, Matrikel 789 v. 31.8.98, 106 S.

### Publikationen

- [34] Heinz, G., Nguyen, T., Doeblner, D.: Acoustic photo- and cinematography based on interference transformation ASA'99: 137th meeting of the Acoustical Society of America, 2nd Conv. European Acoustics Ass. and 25th German Acoustics and DAGA Conference at TU Berlin, Germany, March 14-19, 1999; in: Acta Acustica - the journal of the European Acoustics Association, p. S363, 4pPAa12. S. Hirzel Verlag, Suppl. 1, Jan/Feb. 1999, Vol. 85. ISSN 1436-7947

- [35] Heinz, G.: An investigation of 'Pictures of Thought' - properties of pulsating, short circuit networks in Theory and simulation. Int. School of Biophysics "Neuronal Coding of Perceptual Systems", Cassamicciola, Isle of Ischia , Naples, Italy, Oct. 12-17, 1998
- [36] Heinz, G.: Wave Interference Technology - Übergänge zwischen Raum und Zeit. 43rd Int. Scien. Coll., TU Ilmenau, September 21-24, 1998, p. 645-651
- [37] Internet-Homepage siehe [http://www.gfai.de/www\\_open/perspg/heinz.htm](http://www.gfai.de/www_open/perspg/heinz.htm)

## 6 Schutzrechte

Um eine spätere, kommerzielle Verwertbarkeit nicht zu gefährden wurden im Projektrahmen keine Schutzrechte angemeldet, obwohl spezifische Algorithmen schutzrechtsfähig sind. Für jedermann offensichtliche Projektinhalte wurden veröffentlicht.