

„Akustik in der multimodalen Messtechnik“

Programm und Kurzfassungen der Vorträge

30. DEGA-Workshop „Physikalische Akustik“ im Physikzentrum Bad Honnef, gemeinsam veranstaltet vom Fachausschuss Physikalische Akustik der Deutschen Gesellschaft für Akustik (DEGA) und vom Fachverband Akustik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG)

Stand: 19.09.2025

Donnerstag, 16.10.2025

Mittlerer Hörsaal (im rechten Seitenflügel, 1. OG)	
9:30	Willkommen Jens Prager
9:40	Multi-modale Bewertung des Lautsprechers Wolfgang Klippe <i>TU Dresden, Klippe GmbH</i>
10:20	Vermessung von Sound-Excitern ohne Sound Philipp Neubauer <i>N-coustic Engineering Neubauer und Hochschule Darmstadt</i>
11:00	Kaffeepause
11:20	Akustische Sensorik mit Faseroptischen Systemen Korbinian Königsbauer <i>Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin</i>
12:00	Wege zur indirekten Charakterisierung der Verkehrssituation in urbanen Umgebungen: Beispiele und Herausforderungen Michael M. Becker [a], Ibrahim Bashar [a, b], Sarah Fischer [a] <i>[a] Fraunhofer IZFP, [b] Universität des Saarlandes</i>
12:40	Mittagessen
13:40	gemeinsame Sitzung des Fachausschusses Physikalische Akustik der Deutschen Gesellschaft für Akustik (DEGA) und des Fachverbands Akustik der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) – Gäste sind willkommen!
14:20	Latenzarme und interpretierbare maschinelle Lernverfahren für die akustische Signalverarbeitung auf spezialisierter Hardware Julian Schauer <i>Universität des Saarlands</i>
15:00	KI-basiertes multimodales Monitoring industrieller Produktionsprozesse Katharina Anding, Jiwon Seo, Tanja Krüger, Joachim Bös <i>Fraunhofer IDMT, Ilmenau</i>
15:40	Kaffeepause

16:00	Multimodal Anomaly Detection Strategies for NVH-Based Production Quality Testing of Electric Drive Units and Related Rotating Machinery Johannes Blickensdorff Schaeffler AG
16:40	Gewerbliche Schutzrechte für multimodale akustische Sensorik Falko Bilz <i>fb development & solutions</i>
17:20	N.N.
ca. 18:00	Ende des Vortragsprogramms am Donnerstag
ab 19:00	gemeinsames Abendessen im Lichtenberg-Keller

Freitag, 17.10.2025

Mittlerer Hörsaal (im rechten Seitenflügel, 1. OG)	
9:00	Acoustic Airflow Excitation: Untersuchungen zur Leistungssteigerung einer PEM-Brennstoffzelle durch akustische Beschallung Lukas Wünschel [a], Arne Graf von Schweinitz [b], Michael Heere [b], Tobias Ring [a], Sabine C. Langer [a] <i>[a] TU Braunschweig, Institut für Akustik und Dynamik [b] TU Braunschweig, Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Brennstoffzellen</i>
9:40	Mobiler Prüfstand zur Entwicklung und Validierung vernetzter multimodaler Gasleckageerkennung Christian Fuchs, Dennis Arendes, Jannis Morsch, Andreas Schütze <i>Universität des Saarlands</i>
10:20	Kaffeepause
10:40	Ein erster Blick auf vernetzte Schallpegelsensoren aus Sicht des gesetzlichen Messwesens Christoph Kling <i>PTB Braunschweig</i>
11:20	N.N.
12:00	N.N.
12:40	Zusammenfassung, Abschlussdiskussion und Verabschiedung Jens Prager
13:00	gemeinsames Mittagessen (Ende des Workshops)

Kurzfassungen/Inhalte der Vorträge

1. Multi-modale Bewertung des Lautsprechers

Wolfgang Klippe

TU Dresden, Klippe GmbH

Der Lautsprecher ist ein Massenprodukt, bei dem empfindliche Sensoren, Robotics und vielfältige Analysemethoden zur Messung und Steuerung genutzt werden. Akustische Messungen entscheiden letztendlich über die Audioqualität von Lautsprechern. Dennoch wird die Messung der elektrischen Eingangsimpedanz seit fast einem Jahrhundert zur Bestimmung der konzentrierten Kleinsignalparameter der Netzwerkmodelle benutzt. Seit 20 Jahren werden die Zeitsignale an den elektrischen Klemmen für die Identifikation der Großsignalparameter und die adaptive, nichtlineare Steuerung des Lautsprechers genutzt. Hierbei wird der Wandler zugleich als Aktuator und als Sensor für die mechanischen und akustischen Zustände und zeitvarianten Vorgänge im Wandler genutzt, die sich aufgrund von Erwärmung, Alterung und anderen äußeren Einflüssen ändern. Während der Lautsprecherentwicklung werden die verschiedene Feldverteilungen mit speziellen Scantechniken abgetastet. Ein bewegter Hallsensor liefert die magnetische Feldverteilung im Spalt. Ein Laserscan erfassst die mechanische Schwingungsverteilung auf der schallabstrahlenden Fläche, die über eine numerische Simulation die Verbindung zu Geometrie und Materialeigenschaften herstellt. Die akustische Holografie basierend auf einer Nahfeldmessung liefert Parameter eines Kugelwellenmodell, das den Direktschall an einem beliebigen Punkt außerhalb der Scanfläche beschreibt. Zukünftige smarte, aktive Wandlermodule, die Verstärkung, digitale Steuerung mit der passiven Wandlung verbinden, werden jedoch mindestens ein Mikrofon enthalten oder ein vorhandenes nutzen, um impulsive Verzerrungen durch Defekte des Wandlers frühzeitig zu erkennen.

2. Vermessung von Sound-Excitern ohne Sound

Philipp Neubauer

N-coustic Engineering Neubauer und Hochschule Darmstadt

Konventionelle Lautsprecher bestehen aus einem elektrodynamischen Antrieb, der eine Membran zu Schwingungen anregt. Diese Membran strahlt Luftschall ab, welcher mittels eines Mikrofons erfasst werden kann. Messmethoden zur Charakterisierung von konventionellen Lautsprechern sind in der Literatur umfangreich beschrieben.

Sound-Exciter sind – stark vereinfacht ausgedrückt – Lautsprecher ohne Membran, die angekoppelte Strukturen zu Schwingungen anregen. Sie strahlen im Gegensatz zu Lautsprechern den Luftschall also nicht direkt ab, sondern maßgeblich über die angekoppelte Struktur. So kann beispielsweise eine Fensterscheibe oder ein Flachbildschirm durch einen angekoppelten Sound-Exciter zu einem Lautsprecher werden, dessen „Lautsprechermembran“ aus einer Glasscheibe bzw. einem Displaypanel besteht, was zu unterschiedlichen klanglichen Eigenschaften führt. Das Dilemma bei der Vermessung von Sound-Excitern ist, dass deren akustische Eigenschaften möglichst isoliert analysiert werden sollen, dies jedoch ohne angekoppelte, schallabstrahlende Struktur praktisch nicht möglich ist. Dieser Beitrag zielt daher darauf ab, multimodale messtechnische Ansätze vorzustellen, die dieses Dilemma teilweise oder ganz auflösen können.

3. Akustische Sensorik mit Faseroptischen Systemen

Korbinian Königsbauer

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin

XXX

4. Wege zur indirekten Charakterisierung der Verkehrssituation in urbanen Umgebungen: Beispiele und Herausforderungen

Michael M. Becker [a], Ibrahim Bashar [a, b], Sarah Fischer [a]

[a] Fraunhofer IZFP, [b] Universität des Saarlandes

Die Erfassung innerstädtischer Verkehrsdichte und Zusammensetzung ist insbesondere für die Modellierung und Planung umweltschonender Verkehrsführung essentiell. Die erforderliche Dichte bspw. an Kamerasytemen ist für ein flächendeckendes Mapping der Verkehrssituation jedoch sehr

hoch und die Kosten sind oftmals nicht wirtschaftlich. In diesem Beitrag werden Ansätze gezeigt, die es ermöglichen sollen durch die Kombination akustischer Messdaten mit bspw. Strukturschwingungen und chemischer Sensorik sowohl auf die Menge, als auch auf die Art der Verkehrsteilnehmer zurück zu schließen. Durch den Einsatz von Technologien, die prinzipiell günstiger sind, kleinere Datenmengen erfassen und einen geringeren Energiebedarf aufweisen, kann die Dichte an Erfassungsstellen erhöht werden und ggf. die Weiterentwicklung der Methoden beschleunigt werden.

5. Latenzarme und interpretierbare maschinelle Lernverfahren für die akustische Signalverarbeitung auf spezialisierter Hardware

Julian Schauer
Universität des Saarlands

XXX

6. KI-basiertes multimodales Monitoring industrieller Produktionsprozesse

Katharina Anding, Jiwon Seo, Tanja Krüger, Joachim Bös
Fraunhofer IDMT, Ilmenau

Die Herausforderungen in der Qualitätssicherung industrieller Produktionsprozesse liegen in der Realisierung nichtinvasiver (zerstörungsfreier), echtzeitfähiger und präziser Überwachungsverfahren sowie in der Auswahl und dem Einsatz geeigneter Sensortypen und angepasster KI-Algorithmen. Die Auswahl des Sensortyps, der Datenvorverarbeitung und der KI-Algorithmen spielt dabei eine wesentliche Rolle für die effiziente nichtinvasive und echtzeitfähige Erkennung und Klassifikation von Fehlerbildern und Prozessanomalien. Die Nutzung akustischer und multimodaler Sensordaten (z.B. Luft- und Körperschalldaten, Maschinendaten, Kameradaten, etc.) stellt hierbei eine effektive Möglichkeit dar, selbst hochkomplexe Erkennungsaufgaben sicher zu lösen. Im Rahmen des Vortrags werden KI-basierte intelligente akustische und multimodale Monitoring-Verfahren am Beispiel ausgewählter industrieller Prozesse näher vorgestellt.

7. Multimodal Anomaly Detection Strategies for NVH-Based Production Quality Testing of Electric Drive Units and Related Rotating Machinery

Johannes Blickendorff
Schaeffler AG

The integration of machine learning methods into production quality testing of high volume e-mobility powertrain products became increasingly immanent over the last years. Review of a recently published application example of NVH based anomaly detection, using multimodal EoL datasets.

8. Gewerbliche Schutzrechte für multimodale akustische Sensorik

Falko Bilz
fb development & solutions

Patente und Gebrauchsmuster sind der Spiegel kommerzieller Interessen bei technischen Vorrichtungen und Verfahren. An den stets frei verfügbaren Veröffentlichungen dieser sogenannten Schutzschriften sind meist Cluster der wirtschaftlichen Verwertung einzelner Technologien erkennbar. Über eine Trendauswertung kann versucht werden, Hinweise für den wirtschaftlichen Bedarf angewandter Forschung im jeweiligen Fachgebiet zu bekommen.

Schutzschriften sind konkrete Beschreibungen der Problemstellung mit Lösungsanweisung (Lehre). Sie sind wertvolle Ergänzung der Nicht-Patent-Literatur (wissenschaftliche Aufsätze, Lehrbücher usw.)

Der Vortrag zeigt am Beispiel der "multimodalen akustischen Sensorik" den Erkenntnisgewinn durch Patentrecherchen und -bewertung auf.

9. N.N.

10. Acoustic Airflow Excitation: Untersuchungen zur Leistungssteigerung einer PEM-Brennstoffzelle durch akustische Beschallung

Lukas Wünschel [a], Arne Graf von Schweinitz [b], Michael Heere [b], Tobias Ring [a], Sabine C. Langer [a]

[a] TU Braunschweig, Institut für Akustik und Dynamik [b] TU Braunschweig, Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Brennstoffzellen

Ein effizientes Wassermanagement ist entscheidend für die zuverlässige und leistungsstarke Funktion von Protonenaustauschmembran-Brennstoffzellen (PEMFC). Mehr als die Hälfte der typischen Betriebsfehler lässt sich auf unzureichende Wasserabfuhr zurückführen, insbesondere bei hoher Stromdichte oder dynamischer Belastung, wo Flooding und Austrocknen häufig auftreten. Eine viel-versprechende Methode zur Verbesserung der Reaktantenverteilung und Tropfenabfuhr ist die Acoustic Airflow Excitation (AAE), bei der Schalldruck auf den Kathodenluftstrom appliziert wird. In ersten Experimenten konnte unter beginnendem Flooding durch AAE eine Leistungssteigerung von bis zu 2,9 % erzielt werden. Ein konsistenter Effekt auf die Wasserabfuhr oder Leistungsdichte ließ sich jedoch nicht eindeutig nachweisen. Aktuell werden daher weiterführende Untersuchungen durchgeführt, die sowohl optische Analysen von Wassertröpfchen im Kathodenkanal in einem semi-transparenten Aufbau als auch akustische Messungen der Schallausbreitung in Bipolarplatten und vereinfachten Modellgeometrien umfassen. Ziel ist es, die zugrunde liegenden Mechanismen des Zusammenspiels von Flüssigwasser und akustischer Anregung aufzuklären und die Anwendbarkeit von AAE besser zu verstehen. Zudem soll die Schallausbreitung akustischer Signale in kleinen Kanälen untersucht und ein numerisches Simulationsmodell, das die Schallausbreitung in der Zweiphasenströmung beschreibt, aufgebaut werden. In diesem Beitrag werden die aktuellen Ergebnisse, sowie die geplanten Untersuchungen dazu vorgestellt.

11. Mobiler Prüfstand zur Entwicklung und Validierung vernetzter multimodaler Gasleckageerkennung

Christian Fuchs, Dennis Arendes, Jannis Morsch, Andreas Schütze
Universität des Saarlands

Diese Arbeit stellt einen mobilen Leckageprüfstand für Gase (im Innen- und Außenbereich) vor. Dieser besteht aus einer Druckgasflasche auf einem Wagen, die mithilfe eines Massendurchflussreglers kontrollierbare Leckageraten erzeugt, die von mehreren Sensoren gemessen werden. Zum Einsatz kommen bidirektionale MEMS-Mikrofone, und MOS-Gassensoren. Ziel ist die Entwicklung multimodaler Sensorknoten, die verschiedene Sensorsignale kombinieren und auf den Sensorknoten effektive Methoden des maschinellen Lernens für eine robuste Leckerkennung implementieren.

12. Ein erster Blick auf vernetzte Schallpegelsensoren aus Sicht des gesetzlichen Messwesens

Christoph Kling
PTB Braunschweig

Schallpegelmesser sind in der Praxis schon lange hochgradig vernetzte Messgeräte. Aus der Ferne gewartet und kombiniert mit Wetterstationen und ähnlichen Sensoren, arbeiten sie autark und laden ihre vorausgewerteten Messdaten zur weiteren Nutzung automatisiert auf Cloudspeicher. Aufgrund strenger gesetzlicher Vorgaben enden Prüfungen im Rahmen des gesetzlichen Messwesens jedoch bisher am Geräteldisplay und ignorieren die darüber hinausgehende Datenverarbeitung. Vor diesem Hintergrund wurden im Rahmen des vom BMWK geförderten Projekts GEMIMEG-II zwei Geräte beispielhaft in ein einfaches Netzwerk implementiert und der Datentransfer nach Vorgaben des WELMEC-Guide soweit möglich bewertet.

Der Vortrag zeigt erste Betrachtungen von Netzwerken unter metrologischen Gesichtspunkten. Er geht weiterhin auf den an der PTB entstandenen Digitalen Kalibrierschein (DCC) ein, der bei der Sensorkalibrierung in Netzwerken eine wichtige Rolle spielen kann. Es werden die Themen skizziert, die aus metrologischer Sicht in Sensornetzwerken künftig relevant werden.

13. N.N.

14. N.N.