

6. Workshop Messtechnische Anwendungen von Ultraschall

Reporte der Beiträge

Beitrag ID: 2

Typ: **Vortrag**

Herausforderungen bei der Ultraschall-Durchflussmessung im Kontext der Energiewende

Dienstag, 18. Juni 2024 10:45 (25 Minuten)

Die Energiewende zu meistern ist eine der größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Die Dekarbonisierung ist für uns –unsere Umwelt und unser Unternehmen –von entscheidender Bedeutung. Der Wechsel zu neuen Energieträgern führt zu einer hohen Dynamik in unseren Geschäftsfeldern. Bei der Entwicklung hin zu einer treibhausgasneutralen Industrie wollen wir unseren Beitrag leisten und unsere Kunden bestmöglich unterstützen. Dazu müssen messtechnische Lösungen für neue Applikationen gefunden werden. SICK als Hersteller von Ultraschall-Durchflusssystemen steht dabei vor der Herausforderung hochgenaue Ultraschall-Messtechnik für zukünftige Energieträger wie Wasserstoff, Ammoniak und LNG zu entwickeln. Auch die Mengemessung von Kohlendioxid gerät stärker in den Fokus. Alle diese Medien bringen ihre eigenen Besonderheiten in der Akustik oder im Wandlerdesign mit sich. Der Vortrag soll einen Überblick über die Herausforderungen geben, stellt Entwicklungs- und Produktansätze bei SICK vor und präsentiert erste Ergebnisse.

Hauptautor: Herr FRIEDRICH, Sebastian (SICK)

Co-Autor: Dr. WESER, Robert (SICK)

Vortragende(r): Herr FRIEDRICH, Sebastian (SICK)

Sitzung Einordnung: Anwendungen in der Industrie

Track Klassifizierung: Vorträge

Beitrag ID: 3

Typ: **Vortrag**

Untersuchung der Anwendbarkeit von Sobol Indices für die Sensitivitätsanalyse piezokeramischer Materialparameter mittels COMSOL Multiphysics® und MATLAB®

Mittwoch, 19. Juni 2024 09:15 (25 Minuten)

Die Bestimmung von Materialdaten ist ein altbekanntes Problem. Charakterisierend für piezokeramische Materialeigenschaften ist die Lage (Frequenz) und Form (Breite und Höhe) von Schwingungsresonanzen geeigneter Probekörper. Als messtechnisches Maß dient hierbei in der Regel der elektrische Impedanzverlauf, welcher entsprechend zur Bestimmung von Materialdaten herangezogen werden kann. Da es sich hierbei um ein hochdimensionales inverses Problem handelt, stellt sich allerdings schnell die Frage nach einer Sensitivitätsanalyse, welche Auskunft über die Sensitivität eines Modells (hier: Impedanzkurve) gegenüber Schwankungen in den Modellparametern (hier: piezoelektrische Materialparameter) gibt. Es können somit einflussreiche und unwesentliche Parameter unterschieden und beispielsweise die Dimension der Gesamtheit der Modellparameter näherungsweise reduziert werden.

Eine Möglichkeit die Sensitivität quantitativ in Form eines Sensitivitätsmaßes auszudrücken ist die Berechnung von Sobol Indices. Deren Anwendbarkeit auf das Beispiel piezokeramischer Materialparameter wird in diesem Beitrag genauer untersucht. Die Berechnung der Sobol Indices ist ein Mittel der Statistik, für eine aussagekräftige Berechnung werden also viele zufällig erzeugte Modellwerte benötigt. Hierfür wird in der vorliegenden Arbeit die kommerzielle FEM-Software COMSOL Multiphysics® verwendet. Die Simulationsergebnisse, Impedanzkurven für zuvor definierte Materialparameterkombinationen gemäß einem Latin-Hypercube-Sampling, werden im Anschluss mit Hilfe der Software MATLAB® ausgewertet und die Sobol Indices bezüglich der Resonanzfrequenz und ihrer Höhe berechnet. Des Weiteren werden Anforderungen an die Samplegröße untersucht sowie das quantitative Sensitivitätsmaß der Sobol Indices mit bekannten qualitativen Abhängigkeiten aus der Literatur verglichen.

Hauptautor: Frau ANDERL, Franziska (Diehl Metering GmbH)

Co-Autor: Prof. MAYLE, Michael (Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm)

Vortragende(r): Frau ANDERL, Franziska (Diehl Metering GmbH)

Sitzung Einordnung: Materialcharakterisierung

Track Klassifizierung: Vorträge

Beitrag ID: 4

Typ: **Vortrag**

Entwicklung einer Open Source Plattform für verteilte Strömungsmessungen mit smarten vernetzten Ultraschallsensoren

Dienstag, 18. Juni 2024 11:10 (25 Minuten)

Im Rahmen des Projekts DRESHDYN (DREsden Sodium facility for DYnamo and thermohydraulic studies) am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) sollen mit einem in dieser Größenordnung einzigartigen Experiment grundlegende Erkenntnisse zum strömungsinduzierten Dynamo-Effekt gewonnen werden. Dazu wird ein mit flüssigem Natrium gefüllter Zylinder doppelt rotiert. Dabei stellen sich verschiedene Strömungszustände ein, deren Einfluss auf die Selbsterregung eines Magnetfeldes untersucht werden soll. Zur Erfassung und gezielten Anregung dieser Strömungen müssen die Strömungsgeschwindigkeiten an mehreren Positionen gemessen und in Echtzeit zur Regelung des Experiments übertragen werden. Zudem ergeben sich aufgrund der baulichen Gegebenheiten besondere Anforderungen an die Messtechnik hinsichtlich des Integrationsgrads und der mechanischen Integrität.

Die Ultraschall-Doppler-Velozimetrie (UDV) ist ein bewährtes Verfahren zur Messung von Strömungsgeschwindigkeiten in flüssigen Metallen und wird hier eingesetzt. Eine Instrumentierung mit handelsüblichen Velozimetern ist aufgrund der Anforderungen an die Datenübertragung und mechanischen Parameter nicht möglich. Es soll ein Sensornetzwerk entwickelt werden, das in der Lage ist, die Strömungsgeschwindigkeiten an verschiedenen Positionen synchron zu erfassen und die Messdaten für eine spätere Auswertung lokal zu speichern. Zur Unterstützung der Prozesssteuerung sollen gleichzeitig vorverarbeitete Daten in Echtzeit an eine Basisstation übertragen werden.

In diesem Beitrag werden zentrale Parameter für die UDV aus den Rahmenbedingungen eines Vorversuches abgeleitet und in Hardwareanforderungen an eine Messplattform überführt. Es wird ein Konzept für ein flexibles Evaluationssystem für einen Messknoten aus Mikrocontroller und FPGA inklusive analogem Frontend und lokaler Messdatenspeicherung erstellt.

Es wird das aus dem Konzept entwickelte System vorgestellt und Ansätze zur experimentellen Validierung aufgezeigt. Die Entwicklung der Hardware, Firmware und Gateway wird mit Open-Source-Werkzeugen und Bibliotheken durchgeführt, um eine zukünftige Weiterverwendung im Forschungskontext und eine vereinfachte Anpassung auf andere Experimente und Prozesse zu ermöglichen.

Hauptautor: KUNZ, Robert (TU Freiberg - Juniorprofessur für Mess-, Sensor- und Eingebettete Systeme (MSE Lab))

Co-Autoren: Dr. KUPSCH, Christian (TU Freiberg - Juniorprofessur für Mess-, Sensor- und Eingebettete Systeme (MSE Lab)); SCHIERLING, Lennart (TU Freiberg - Juniorprofessur für Mess-, Sensor- und Eingebettete Systeme (MSE Lab))

Vortragende(r): KUNZ, Robert (TU Freiberg - Juniorprofessur für Mess-, Sensor- und Eingebettete Systeme (MSE Lab))

Sitzung Einordnung: Anwendungen in der Industrie

Track Klassifizierung: Vorträge

Beitrag ID: 5

Typ: **Vortrag**

Mehrkanaliges CMUT Evaluierungskit

Dienstag, 18. Juni 2024 14:05 (25 Minuten)

Das Fraunhofer IPMS hat ein innovatives Verfahren zur Herstellung von kapazitiven mikrobearbeiteten Ultraschallwandlern (CMUTs) entwickelt. Dieser Prozess ermöglicht die Lieferung von Kleinserien und Pilotfertigungen von CMUTs sowie die Entwicklung von kundenspezifischen Sensorgeräten. Zur Erleichterung des Testens und der Verifizierung von CMUTs hat das Fraunhofer IPMS ein fortschrittliches Mehrkanal-Evaluierungskit entwickelt.

Das Mehrkanal-Evaluierungskit ist eine kostengünstige Alternative zu teuren Labor-Ultraschallmessgeräten. Es treibt nicht nur CMUTs, sondern auch piezoelektrische Wandler an und ist damit für verschiedene Anwendungen einsetzbar. Das Kit unterstützt Messaufbauten und Demonstrationsgeräte sowohl für Einzelement-Prüfköpfe als auch für Mehrkanal-Prüfköpfe, einschließlich Darstellungsmethoden mit Phased Arrays.

Das Evaluierungskit hat eine kompakte Bauform und wird von einer vollständig eigenentwickelten Hard- und Software unterstützt. Dadurch sind eine nahtlose Integration und anpassbare Konfigurationen gewährleistet, um kundenspezifische Anforderungen zu erfüllen. Das Kit nutzt die Red Pitaya Hardware-Plattform, die für ihre Kosteneffizienz und Vielseitigkeit bei der Steuerung von analogen Front-Ends bekannt ist. Obwohl der kleine Formfaktor die maximale Ausgangsleistung auf gepulste Sendersignale beschränkt, kann das Kit externe Leistungsverstärker ansteuern. Es kann auch ein externer Bias-Tee für CMUT-Anwendungen mit hoher Leistung verwendet werden.

Hauptautor: VÖLZ, Uwe (Fraunhofer IPMS)

Co-Autoren: BETZ, Björn (Fraunhofer IPMS); Dr. KOCH, Sandro G. (Fraunhofer IPMS)

Vortragende(r): VÖLZ, Uwe (Fraunhofer IPMS)

Sitzung Einordnung: Signalverarbeitung

Track Klassifizierung: Vorträge

Beitrag ID: 6

Typ: **Vortrag**

Grobblechprüfung mit Ultraschall: Möglichkeiten und Grenzen des Verfahrens

Dienstag, 18. Juni 2024 08:50 (25 Minuten)

Für die qualitative Bewertung von Grobblechen während des Herstellungsprozesses im industriellen Umfeld hat sich die Prüfung mit Ultraschall bewährt. Als zerstörungsfreies Prüfverfahren erlaubt die Ultraschallprüfung die Detektion von Ungängen im Volumen, wie z. B. von Lunkern, Dopplungen und Rissen im laufenden Fertigungsprozess.

Rückschlüsse auf Fehlerlage und Fehlerausdehnung sind bei angepasster Auslegung der Prüftechnik und der Prüfstrategie normgerecht möglich. Die Messung der Laufzeiten der Ultraschallimpulse erlaubt außerdem eine Bestimmung der Dicke der untersuchten Bleche.

Design und Auslegung der verwendeten Ultraschall-Prüfköpfe bestimmen ganz wesentlich die Auflösungsgenauigkeit und -geschwindigkeit der zu detektierenden Fehler- und Messgrößen. Häufig sind bei der Entwicklung solcher Prüfköpfe kundenspezifische Anforderungen an die Akustik und die Elektronik zu berücksichtigen. Simulationsverfahren können dabei unterstützend helfen und geben Aufschluss über die Möglichkeiten aber auch die Grenzen bei Verwendung eines spezifischen Prüfkopfs. Die praktischen Einsatzbedingungen können sie jedoch nur partiell widerspiegeln, weshalb während der Entwicklung stets ein iterativer Abgleich mit der Messaufgabe erfolgen muss.

Der Vortrag soll einen Überblick geben über die grundsätzlichen Anforderungen an einen Blechprüfkopf, über die funktionsbestimmenden Designparameter und die daraus resultierende Produktpalette der Firma SONOTEC GmbH. Verschiedene Simulationsansätze werden anskizziert und mit realen Messdaten verglichen. Anhand einer Messreihe an hoch dotierten Mangan-Stahlblechen soll die Frage diskutiert werden, an welcher Stelle die Prüfung mit Ultraschall an Grenzen stößt.

Hauptautor: Dr. PATZLAFF, Toralf (SONOTEC GmbH)

Vortragende(r): Dr. PATZLAFF, Toralf (SONOTEC GmbH)

Sitzung Einordnung: Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

Track Klassifizierung: Vorträge

Beitrag ID: 7

Typ: **Vortrag**

Breitbandige Charakterisierung von Nichtlinearitäten in Ultraschallwandlern mit der Swept-Sine-Methode

Dienstag, 18. Juni 2024 14:55 (25 Minuten)

Auf Ultraschall basierte Mess- und Bildgebungsverfahren erfordern meist eine hohe Bandbreite der Schallwandler. Nichtlineares Übertragungsverhalten der Schallköpfe kann harmonische Verzerrungen in die Signale einbringen, was Bild- und Messfehler verursacht. Diese Arbeit untersucht die Anwendung der Swept-Sine Methode (SST), um die linearen (erste Ordnung) und nichtlinearen Übertragungsfunktionen (höhere Ordnungen) von Wandlern über einen breiten Frequenzbereich zu messen, im Gegensatz zur schmalbandigen Charakterisierung mit Pulsen. Dazu werden Ultraschallwandler mit exponentiellen Chirps angeregt. Das resultierende Drucksignal im Fernfeld wird mit einem Hydrophon gemessen. Nach einer Fast-Fourier-Transformation (FFT) des Messsignals wird eine Faltung mit einem inversen Filter des Anregungssignals durchgeführt. Die anschließende inverse FFT liefert die Impulsantworten erster und höherer Ordnung. Erneute FFT dieser getrennten Impulsantworten ergibt das Frequenzspektrum der einzelnen Ordnungen. Ein Vorteil der Methode ist, dass überlappende Echos und elektrisches Übersprechen im gefalteten Signal zeitlich versetzt sind und damit separiert werden können.

Die SST-Methode wurde an Prüfköpfen mit piezoelektrische Wandlern und cMUTs bei ähnlichen Ausgangsdrücken angewandt. Der untersuchte cMUT-Prüfkopf zeigt ein deutlich ausgeprägteres nichtlineares Verhalten (-6 dB Differenz zwischen erster und zweiter Ordnung) als der piezoelektrische Wandler (- 50 dB Differenz). Der Grund dafür könnte das zugrundeliegende Wandlerprinzip mit quadratischer Abhängigkeit der Plattenschwingung von der angelegten Spannung durch die elektrostatische Kraft sein. Die vorgestellte Methode könnte das Design spezifischer Signalanpassungen für nichtlineare cMUT-Wandler ermöglichen und damit die Anwendung von cMUTs für neue Messanwendungen fördern.

Hauptautor: TRITTLER, Tönnis (EKFZ - Else Kröner Fresenius Zentrum für Digitale Gesundheit)

Vortragende(r): TRITTLER, Tönnis (EKFZ - Else Kröner Fresenius Zentrum für Digitale Gesundheit)

Sitzung Einordnung: Signalverarbeitung

Track Klassifizierung: Vorträge

Beitrag ID: 8

Typ: **Vortrag**

Akustophorese zur Separation von μ -Plastik

Dienstag, 18. Juni 2024 13:25 (25 Minuten)

Die Akustophorese ist eine in der Biotechnologie etablierte Methode zur Trennung, Sortierung und Positionierung von Zellen und Partikeln. Auf Basis der Acoustic Radiation Force (ARF) lassen sich insbesondere mit fokussierten akustischen Feldern gezielte Kraftwirkungen auf einzelne Objekte erzielen. Bisherige Realisierungen mit Ultraschall-Gruppenstrahlern, stationären Schallfeldern oder speziellen Wandlern (SAW) sind jedoch bisher auf kleine Volumina beschränkt. Im Rahmen eines BMBF-Projektes (AKUSMI, FKZ: 49VF210052) wird untersucht, inwieweit stationäre und fokussierte quasistationäre Schallfelder zur gezielten Beeinflussung von Feststoffpartikeln in größeren Volumina für die industrielle Anwendung realisierbar sind. Der Vortrag zeigt die physikalischen Grundlagen der Akustophorese sowie konkrete Anwendungen zur Abtrennung von Mikroplastikpartikeln aus Klarwasserströmen. Es werden theoretische und experimentelle Ergebnisse bei $f = 40$ kHz für DN50-Rohre vorgestellt.

Hauptautor: WÖCKEL, Sebastian (Institut für Automation und Kommunikation (ifak))

Vortragende(r): WÖCKEL, Sebastian (Institut für Automation und Kommunikation (ifak))

Sitzung Einordnung: Anwendungen in der Industrie (forts.)

Track Klassifizierung: Vorträge

Beitrag ID: 9

Typ: Vortrag

Risikobewertung nach standardisierten Kriterien von frei erhältlichen Ultraschallgeräten für den diagnostischen und kosmetischen Heimgebrauch

Mittwoch, 19. Juni 2024 11:35 (25 Minuten)

Über internationale Handelsplattformen können Ultraschallgeräte für den Heimgebrauch (z. B. Geräte zur vorgeburtlichen Untersuchung, einfache Therapiegeräte, Kosmetikgeräte) frei erworben werden. Obwohl die nationale Gesetzgeberin mit dem Produktsicherheitsgesetz und dem Medizinproduktegesetz regulatorische Anforderungen für den Markteintritt solcher Produkte formuliert hat, besteht der Verdacht, dass viele Hersteller der Produktgruppen diese Anforderungen nicht erfüllen und dass aufgrund der Beschaffenheit der Produkte und möglicher unsachgemäßer Anwendung ein Risiko für die Öffentlichkeit besteht.

Das Bundesamt für Strahlenschutz initiierte zu diesem Zweck ein Forschungsprojekt, um das Gefahrenpotential für diese frei erwerblichen Quellen zu bewerten.

Nach ausführlicher Recherche wurden Mess- und Bewertungsmethoden zur Beurteilung der Ultraschallfeldparameter und der Oberflächentemperatur der Geräte entwickelt und in geeigneten Messaufbauten umgesetzt. Es wurden 16 repräsentative Ultraschallgeräte aus dem Marktangebot (Online-Shops) ausgewählt und über einen Zeitraum von zwei Jahren untersucht. Während dieses Prozesses traten erhebliche individuelle messtechnische Herausforderungen auf, für die spezifische Lösungen erarbeitet werden mussten.

Die Ergebnisse unserer Untersuchung deuten auf ein außerordentlich hohes Gefährdungspotential für viele der untersuchten Geräte hin, insbesondere bei der freien Anwendung durch Laien, wobei sowohl thermische als auch mechanische Gefährdungen durch den Ultraschall selbst, aber auch thermische Gefährdungen durch Überhitzung der Anwendungsteile festgestellt wurden. Diese Risiken können zu erheblichen gesundheitlichen Schäden führen, selbst wenn die Geräte im jeweiligen bestimmungsgemäßen Gebrauch bedient werden.

Es wurde auch festgestellt, dass der aktuelle Stand der Normen die zeitintegrierten Ultraschallenergiegrößen nicht angemessen widerspiegelt. Dies weist auf eine potenzielle Lücke in der derzeitigen Normungslandschaft hin, die eine genaue und umfassende Bewertung der Geräte erschwert.

Hauptautor: Herr SCHLESINGER, Anton (Schlesinger und Partner PartG mbB)

Co-Autoren: Herr DIETRICH, Georg (GAMPT mbH); Herr JENDERKA, Klaus-V. (Hochschule Merseburg, FB INW); Herr KLAUA, Robert (GAMPT mbH); Herr SCHULTZ, Michael (GAMPT mbH)

Vortragende(r): Herr SCHLESINGER, Anton (Schlesinger und Partner PartG mbB)

Sitzung Einordnung: Medizinische Anwendungen

Track Klassifizierung: Vorträge

Beitrag ID: 10

Typ: **Vortrag**

Phased-Array basiertes Structural Health Monitoring zur Delaminationserkennung bei Mehrschichtsystemen

Dienstag, 18. Juni 2024 09:15 (25 Minuten)

Die Überwachung des „Gesundheitszustandes“ von Strukturen spielt in der Industrie eine entscheidende Rolle, damit Veränderungen oder Schädigungen frühzeitig erkannt und somit materielles Versagen verhindert und dadurch Kosten und Risiken minimiert werden können. Die Thematik wird dabei unter dem Begriff „Structural Health Monitoring“ (SHM) zusammengefasst. In diesem Vortrag soll es dabei um die Delaminationserkennung bei Mehrschichtsystemen mittels eines Phased-Array-Systems gehen.

Neben der theoretischen Auslegung des Messsystems mit der Untersuchung unterschiedlichster Einflussfaktoren – Piezoanordnung, Piezoanzahl, Abstand zwischen Piezos, Frequenz und Periodenanzahl des Sendesignals, Signalrauschen – wird vor allem auf die dispersionsbedingten Herausforderungen eines Phased-Array-Systems mit geführten akustischen Wellen (Lambwellen) eingegangen. Die theoretischen Betrachtungen und Berechnungen werden dabei durch experimentelle Untersuchungen bestätigt. Als Anwendungsfall dient dabei die Erkennung der Ablösung einer 10-20 mm dicken Polyurethanschaumschicht von einer 6 mm dicken Stahlplatte, wie sie bei dem Bau von Schiffen (Megayachten) eingesetzt werden.

Hauptautor: BACKER, Alexander (ISAT - Institut für Sensor- und Aktortechnik)

Vortragende(r): BACKER, Alexander (ISAT - Institut für Sensor- und Aktortechnik)

Sitzung Einordnung: Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

Track Klassifizierung: Vorträge

Beitrag ID: 11

Typ: Vortrag

Kombinierter Messaufbau zur Sekundärkalibrierung und Messung der Richtcharakteristik von Hydrophonen

Mittwoch, 19. Juni 2024 13:00 (25 Minuten)

Für die Sekundärkalibrierung und die Messung der Richtcharakteristik von Hydrophonen wurde ein kombinierter Messaufbau entwickelt. Die Sekundärkalibrierungen basieren auf dem Vergleich des zu kalibrierenden Hydrophons mit einem zuvor primär kalibrierten Referenzmembranhydrophon. Der Aufbau umfasst ein mechanisches Hydrophonpositionierungs- und Erfassungssystem mit fünf motorisierten Achsen, ein Wasserbecken, einen Impulsgenerator, eine Positionierungsteuerung, Ultraschallwandler und einen Computer mit Software.

Zur Charakterisierung werden nichtlineare breitbandige Ultraschallimpulse im Frequenzbereich von 1 MHz bis 50 MHz eingesetzt. Zur Vereinfachung der für die Richtcharakteristikmessung erforderlichen Positionierung der Rotationsachsen wurde ein iteratives Verfahren zur Kompensation des Versatzes zwischen Rotationsachsen und Empfangselement entwickelt.

Das optimierte Equipment zur Pulserzeugung ermöglicht einen nahezu nicht periodischen akustischen Impuls, mit einem sehr homogenen Spektrum und großem nutzbaren Frequenzbereich von etwa 1 MHz bis 50 MHz für die Sekundärkalibrierungen von Hydrophonen mit effektiven Elementgrößen von bis zu 0,5 mm Durchmesser.

Für die aus der Sekundärkalibrierung bestimmte Empfindlichkeit wurde eine gute Übereinstimmung mit Referenzmessungen mit Abweichungen unter 0,5 dB festgestellt.

Für die Bestimmung der effektiven Größe von Hydrophonen für Frequenzen bis 50 MHz wurden Richtcharakteristikmessungen durchgeführt, ebenfalls mit Impulsanregung. Der Vergleich mit den in einem Referenzaufbau erzielten Ergebnissen zeigt eine gute Übereinstimmung der ermittelten Größen für ein nominales 0,2-mm-Membranhydrophon bis 20 MHz unter Verwendung eines fokussierenden Wandler. Für größere effektive Größen und die Charakterisierung jenseits von 20 MHz wird ein planarer Wandler im Fernfeld verwendet. Andernfalls kann das schmale Profil im Fokus nicht mehr als lokale ebenen Welle aufgefasst werden und führt zu einer Unterschätzung der effektiven Größe, da die äußeren Elementbereiche mit geringerer Amplitude beschallt werden und somit mit geringeren Beträgen zur Beugung beitragen.

Hauptautor: TWIEFEL, Jennifer (Physikalisch-Technische Bundesanstalt)

Co-Autoren: WILKENS, Volker (Physikalisch-Technische Bundesanstalt); WEBER, Martin (University of Helsinki); DIETRICH, Georg (Gesellschaft für Angewandte Medizinische Physik und Technik mbH)

Vortragende(r): TWIEFEL, Jennifer (Physikalisch-Technische Bundesanstalt)

Sitzung Einordnung: Medizinische Anwendungen (forts.)

Track Klassifizierung: Vorträge

Beitrag ID: 12

Typ: Vortrag

Konstruktion und messtechnische Charakterisierung komplexer Ultraschallphantome für die inverse magnetomotorische Ultraschallbildgebung

Mittwoch, 19. Juni 2024 11:10 (25 Minuten)

Ein vielversprechender Ansatz für die lokale Tumorthherapie ist das Magnetic Drug Targeting (engl. MDT) mit superparamagnetischen Eisenoxid-Nanopartikeln (engl. SPIONs) in Kombination mit einem auf inverser magnetomotorischer Ultraschallbildgebung (engl. IMMUS) basierendem Überwachungssystem. SPIONs mit gebundenen Chemotherapeutika können über den Blutkreislauf durch ein externes Gradientenfeld in den Tumor gelangen und sich dort verteilen. IMMUS wurde entwickelt, um diese Verteilung der SPIONs quantitativ zu erfassen. Die Idee von IMMUS besteht darin, die simulierte magnetisch induzierte Gewebeverschiebung mit der sonografisch ermittelten realen Gewebeverschiebung zu vergleichen, wenn ein bekanntes magnetisches Wechselfeld angelegt wird, um die SPIONs und damit das umgebende Gewebe in Bewegung zu setzen. IMMUS ist derzeit auf 2D mit einem harmonischen Magnetfeld und vorher bekannten Materialparametern und Tumorgeometrien beschränkt. Da diese Parameter des Tumorgewebes von Fall zu Fall variieren, müssen sie bei einer MDT-Therapie individuell bestimmt werden. Zudem verändert das Einbringen einer für die MDT-Therapie relevanten Menge von SPIONs die Materialparameter nicht signifikant. Daher können quantitative ultraschallbasierte Gewebecharakterisierungstechniken (engl. UTCT) wie die Scherwellenelastographie (engl. SWE) oder die transiente Elastographie (engl. TE) zur einmaligen Charakterisierung des tumorösen Zielgewebes im Vorfeld einer MDT-Therapie eingesetzt werden. Beide Techniken sind bereits klinisch zugelassen und für die Anwendung am Menschen erlaubt. Die Grundidee beider Techniken besteht darin, eine langsame mechanische Scherwelle im biologischen Gewebe zu erzeugen und ihre Ausbreitungsgeschwindigkeit zu verfolgen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit hängt von den Materialparametern ab und kann daher als Größe zur Materialcharakterisierung verwendet werden. Für die Entwicklung und Verbesserung von UTCTs können Ultraschallphantome auf Basis von Polyvinylalkohol (engl. PVA), die mit SPIONs und zusätzlichem Streumaterial durchsetzt sind, für Studien verwendet werden. Dieser Beitrag beinhaltet einen Überblick über wichtige Aspekte der Konstruktion von PVA-Phantomen und die experimentelle Bestimmung der mechanischen Parameter Elastizitätsmodul, Dichte und Scherwellengeschwindigkeit.

Hauptautor: Herr HEIM, Christian (Institut für Mikrosystemtechnik - IMTEK, Professur für Elektrische Messtechnik und Eingebettete Systeme, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg, Deutschland)

Co-Autoren: Herr HUBER, Christian (Hals-Nasen-Ohren-Klinik –Kopf- und Halschirurgie, Sektion für Experimentelle Onkologie und Nanomedizin (SEON), Professur für KI-gesteuerte Nanomaterialien, Universitätsklinikum Erlangen, Deutschland); Dr. ULLMANN, Ingrid (Department Elektrotechnik-Elektronik-Informationstechnik (EEI), Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik (LHFT), Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Deutschland); Prof. LYER, Stefan (Hals-Nasen-Ohren-Klinik – Kopf- und Halschirurgie, Sektion für Experimentelle Onkologie und Nanomedizin (SEON), Professur für KI-gesteuerte Nanomaterialien, Universitätsklinikum Erlangen, Deutschland); Prof. RUPITSCH, Stefan (Institut für Mikrosystemtechnik - IMTEK, Professur für Elektrische Messtechnik und Eingebettete Systeme, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Deutschland)

Vortragende(r): Herr HEIM, Christian (Institut für Mikrosystemtechnik - IMTEK, Professur für Elektrische Messtechnik und Eingebettete Systeme, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg, Deutschland)

Sitzung Einordnung: Medizinische Anwendungen

Track Klassifizierung: Vorträge

Beitrag ID: 13

Typ: **Vortrag**

Ultraschall für die Zahnwurzelbehandlung

Mittwoch, 19. Juni 2024 13:25 (25 Minuten)

Bei der Zahnwurzelbehandlung unterliegen die verwendeten superelastischen Zahnfeilen bedingt durch die Anlagerung von Zahnmaterial einer hohen Beanspruchung. Dies kann zum Bruch der Feile führen und daher mit erheblichen Komplikationen einhergehen. Aus diesem Grund sieht die übliche Behandlungsroutine zeitaufwändige Reinigungsschritte vor, welche die Behandlung unterbrechen. In diesem Beitrag wird ein ultraschallbasierter Ansatz vorgestellt, mit dem diese Reinigungsschritte vermieden bzw. optimal in den Behandlungsablauf integriert werden können. Der Ansatz beinhaltet die Überlagerung einer translatorischen axialen Bewegung zur ohnehin vorhandenen Zahnfeilenrotation. Hierdurch soll die erwähnte Anlagerung von Zahnmaterial an der Zahnfeile wirkungsvoll vermieden werden, wodurch der Reinigungsschritt entfällt. Technisch wird der translatorische Anteil durch einen miniaturisierten piezoelektrischen Stapelaktor erzeugt, welcher in Dickenresonanz bei ca. 160 kHz betrieben wird. Im Beitrag wird im Detail auf die Auslegung und Umsetzung eines Labormusters sowie den Übergang zu einem Funktionsdemonstrator eingegangen. Dies beinhaltet konstruktive Besonderheiten wie die Spannungsversorgung über miniaturisierte Schleifringe sowie die Charakterisierung und Validierung des Ansatzes u. a. mittels Laservibrometrie und Tests mit Probezähnen. Weiterhin wird die Verwendung von verschiedenen bleifreien Materialien für den Aktor diskutiert. Abschließend wird auf erste vielversprechende Tests bei Projektpartnern eingegangen.

Hauptautoren: Herr HAUFE, Eric (Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS); Dr. NICOLAI, Michael; Dr. STARK, Sebastian (Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS); Dr. NEUBERT, Holger

Vortragende(r): Dr. STARK, Sebastian (Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS)

Sitzung Einordnung: Medizinische Anwendungen (forts.)

Track Klassifizierung: Vorträge

Beitrag ID: 14

Typ: **Vortrag**

Sie kleben! - Luftgekoppelter Ultraschall für die Prüfung von Alterungszuständen.

Dienstag, 18. Juni 2024 10:05 (25 Minuten)

Die Luftgekoppelte Ultraschallprüfung erlangt zunehmende Verbreitung bei der Untersuchung von Leichtbaumaterialien, Keramiken und Klebeverbindungen auf Fehlstellen.

Für die vorbeugende Instandhaltung (predictive maintenance) ist es wünschenswert, schon vor dem Versagen Anzeichen für die Alterung von Klebeverbindungen und den Grad der Schädigung zu finden. Im Beitrag werden verschiedene Ansätze zur luftgekoppelten Ultraschall-Untersuchung von Klebeverbindungen vorgestellt, die auf ihre Eignung für diese Aufgabe untersucht wurden.

Zur Untersuchung wurden Klebewinkel aus Kunststoff, Klebstoff und Metall in verschiedenen Varianten hergestellt und künstlich gealtert (Günter-Köhler-Institut für Fügetechnik und Werkstoffprüfung, Jena) Zur Charakterisierung wurde ein ungealterter Referenzzustand mit einem künstlich gealterten Zustand (Klimaschrank, Scherspannung) miteinander verglichen.

Einerseits wurden in Transmissionsanordnung C-Bilder aufgenommen und diese über Differenzbildung verglichen. Andererseits wurden per Schrägeinschallung Plattenwellen in den Klebewinkeln angeregt. Ein beweglicher Empfänger wurde genutzt, um positionsabhängig A-Bilder zu erfassen. In den resultierenden B-Scans wurden Nullstellen des Signales phasenrichtig verfolgt, um eine Relation zwischen Scanposition und Laufzeit herzustellen. Die Phasengeschwindigkeit der Plattenwellen wurde mit einer neu entwickelten Methode ermittelt, unter Nutzung einer gefensternten Auswertung auch orts aufgelöst. Es wurden jeweils zehn Wiederholungsmessungen und mehrere Wellenfronten gleichartig ausgewertet, um Mittelwerte und Standardabweichungen der Plattenwellengeschwindigkeiten zu ermitteln. Die Differenzen der orts aufgelösten Kurven zwischen gealtertem und ungealtertem Zustand wurden ermittelt und Konfidenzintervalle dafür berechnet. Im Ergebnis zeigten sich häufig signifikante Unterschiede zwischen Referenz- und Alterungszustand. Jedoch korrespondierten diese nicht mit den aus den Transmissionsmessungen erhaltenen Ergebnissen. Als Grund für diese Inkonsistenz wurde die Variabilität der händisch geklebten Proben vermutet. Dennoch scheinen die gewählten Ansätze tauglich zu sein, um subtile Unterschiede aufzulösen und werden deswegen weiterverfolgt.

Hauptautor: GRAGERT, Christian (Forschungszentrum Ultraschall gGmbH)

Co-Autoren: Herr PIENTSCHKE, Christoph (Forschungszentrum Ultraschall gGmbH); Herr ZANDER, Ivo; Herr KIEL, Mario

Vortragende(r): GRAGERT, Christian (Forschungszentrum Ultraschall gGmbH)

Sitzung Einordnung: Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

Track Klassifizierung: Vorträge

Beitrag ID: 15

Typ: **Vortrag**

Lamb-Wellen in dünnen Flüssigkeitsschichten über seitlich begrenzte Metallplatten

Dienstag, 18. Juni 2024 11:35 (25 Minuten)

Bei der Ausbreitung von Schall in dünnen Metallplatten treten Lamb-Wellen auf, welche sich weit innerhalb der Metallplatten ausbreiten können und daher interessant für die Untersuchung unterschiedlicher Platteneigenschaften oder dem Auftreten von Unregelmässigkeiten innerhalb der Platte sind. Dies wird insbesondere im Bereich der Materialprüfung genutzt. Lamb-Wellen werden dabei sowohl an Fehlern innerhalb der Platte als auch an von außen anliegenden Körpern reflektiert und beeinflusst.

Auch Flüssigkeitsschichten, wie sie z.B. durch Regen oder Kondensation auf Metalloberflächen entstehen können, beeinflussen die Ausbreitung der Lamb-Wellen. Für kontinuierliche Flüssigkeitsschichten entsteht ein gekoppeltes System zwischen der metallenen Schicht und der Flüssigkeitsschicht, welches bereits verschiedentlich untersucht worden ist. Im Falle einer nicht kontinuierlichen Benetzung der Oberfläche, wie sie durch einzelne Tropfen oder Flüssigkeitslachen auf der Oberfläche entstehen können, entstehen zusätzliche Effekte beim Ein- und Auskoppeln der Schallwellen in die Flüssigkeit, welches eine höhere Dämpfung der Schallausbreitung zur Folge haben kann.

Diese Untersuchungen sind hier auf Metallstäbe mit unterschiedlichen Querschnittsprofilen (U, H, ...) ausgedehnt worden, bei denen zum einen durch die Stabform die Schallausbreitung in eine eindimensionale Richtung vorgegeben ist und zum anderen die Seitenwände zusätzliche Einkopplungsmöglichkeiten in die Flüssigkeit bieten.

Hauptautor: PAPE, Detlef (Hochschule für Technik Stuttgart)

Vortragende(r): PAPE, Detlef (Hochschule für Technik Stuttgart)

Sitzung Einordnung: Anwendungen in der Industrie

Track Klassifizierung: Vorträge

Beitrag ID: 16

Typ: **Vortrag**

Praxis-Tipps für den Umgang mit KI-Modellen - Kritischer Überblick über Motivation, Potenziale & Limitationen

Dienstag, 18. Juni 2024 15:20 (25 Minuten)

Künstliche Intelligenz (KI) hat in den letzten Jahren einen bemerkenswerten Hype erzeugt. Dennoch bleibt das Thema für die meisten Interessentinnen und potenzielle Anwenderinnen nebulös. KI wird jedoch seit Jahrzehnten in den Ingenieur- & Naturwissenschaften verwendet, bspw. in der Bioinformatik für Genom-Analysen, in der Computergestützten Chemie zur Berechnung komplexer Protein-Faltungen, in dem *Information Retrieval* zur Bereitstellung von Resultaten durch Suchmaschinen, in der Natürlichen-Sprach-Verarbeitung durch die aktuell sehr bekannte *Transformer*-Architektur und vielen weiteren. Leider bleibt das Potenzial von KI-Anwendungen begrenzt in dem Raum der Expert*innen, die damit vertraut sind.

Mit dem Ziel, die Potenziale und Limitationen von KI in der Messtechnik für Ultraschall besser zu verstehen, ist ein Vortrag mit den folgenden Schwerpunkten geplant:

- Motivation, Potenziale & Limitationen von KI-Anwendungen
- Kurzhistorie: 75 Jahre Entwicklung & mindestens 2 KI-Winter
- Kurzeinführung in die Konzepte des Maschinellen Lernens
- Praktische Tipps im Umgang mit KI-Modellen: (1) Anforderungen an Daten, (2) Daten-Vorverarbeitung, (3) Modell-Auswahl & vortrainierte Modelle, (4) Modell-Evaluation

Zusammenfassend bietet KI nicht nur ein enormes Potenzial, sondern sie ist seit Jahrzehnten ein integraler Bestandteil diverser Forschung und praktischer Anwendungen. In diesem Vortrag sollen grundlegende Konzepte vorgestellt und mögliche Potenziale kritisch beleuchtet werden.

Hauptautor: SCHWERDT, Johannes (Hochschule Merseburg)

Vortragende(r): SCHWERDT, Johannes (Hochschule Merseburg)

Sitzung Einordnung: Signalverarbeitung

Track Klassifizierung: Vorträge

Beitrag ID: 17

Typ: **Vortrag**

Strahlende Schnecke“–Ein Ansatz zum Ultraschall-Prozessmonitoring entlang Extruderschnecken

Dienstag, 18. Juni 2024 13:00 (25 Minuten)

Einschnecken- und Doppelschneckenextruder sind bereits in vielen Industriezweigen, wie der Polymertechnik, der technischen Keramik und der Lebens- und Futtermittelindustrie, etabliert und gewinnen zunehmend an Bedeutung. Ihr Einsatz ermöglicht eine zeitsparende, kontinuierliche Produktion und kann auch zur Schonung von Ressourcen beitragen, beispielsweise durch geringeren Lösemittleinsatz und geringerer Ausschussproduktion. Das gelingt allerdings nur, wenn Prozessabweichungen auch frühestmöglich erkannt werden. Der Vortrag stellt den aktuellen Entwicklungsstand des patentierten Verfahrens „Strahlende Schnecke“ vor, bei dem der Extrusionsprozess entlang des Extruderzylinders mit Ultraschall beobachtet und Prozessabweichungen erkannt werden können. Dazu regt ein Ultraschallsender eine geführte Welle an, die sich in der Extruderschnecke ausbreitet und dabei an den Außenseiten der Schnecke Leckwellen (engl. leaky waves), aussendet, die das Extrudat durchdringen und an mehreren Messstellen entlang des Extruderzylinders von Empfangsprüfköpfen detektiert werden. Am statischen Versuchsaufbau konnte nachgewiesen werden, dass verschiedene am Markt übliche Schnecken-Typen als Leiter für die angeregten Ultraschallwellen geeignet sind. Eine Tonmasse mit verschiedenen Feststoffgehalten wurde als Referenzsystem gewählt, um zu zeigen, dass es grundlegend möglich ist mit diesem Verfahren Unterschiede des Materialzustands zu detektieren. Basierend auf den dabei gewonnen Erkenntnissen wurde ein Demonstrationssystem aufgebaut, das die üblichen Komponenten und Parameter kommerzieller Einschnecken-Extruder aufweist, aber viel mehr Freiheiten in der Steuerung und möglichen Regelung des Systems zulässt. Eine speziell dafür programmierte Software ermöglicht eine automatisierte Aufnahme von Messdaten in Abhängigkeit von der Zeit und vom Drehwinkel der Schnecke. Dieses System ermöglicht nun eine detaillierte Betrachtung des Ansatzes „strahlende Schnecke“ am bewegten System und lässt Freiheiten zur Erweiterung.

Hauptautor: WALTER, Susan (Fraunhofer IKTS)

Co-Autoren: REINHOLD, Michael (Fraunhofer IKTS); SCHUBERT, Frank (Fraunhofer IKTS); DITTRICH, René (IfU Diagnostic Systems GmbH); BARTEL, Eric (ECT-KEMA GmbH)

Vortragende(r): WALTER, Susan (Fraunhofer IKTS)

Sitzung Einordnung: Anwendungen in der Industrie (forts.)

Track Klassifizierung: Vorträge

Beitrag ID: 18

Typ: Vortrag

Automatisierte Wanddickenbestimmung an Prüfteilen mit komplexen Geometrien aus anisotropen Werkstoffen

Dienstag, 18. Juni 2024 09:40 (25 Minuten)

Im Rahmen des Projektes MRO2.0, das sich mit der digitalen Transformation des Servicezyklus von modernen Gasturbinenschaufeln beschäftigt, wurde gezeigt, wie sich automatisiert und flächendeckend die (Rest-)Wanddicke an variabel gekrümmten Prüfgeometrien bestimmen lässt. Es wurde ein Roboterarm verwendet, der ein lineares Ultraschallarray in Tauchtechnik führt und Prüfdaten aufnimmt, die mit einer adaptierten TFM (Total Focusing Method) zu Rekonstruktionen der Außen- und Innenoberfläche verarbeitet werden. In der aktuellen zweiten Projektphase wird die Methode für Werkstoffe erweitert, die anisotrope akustische Eigenschaften aufweisen. In diesem Beitrag wird eine Methode vorgestellt, wie sich die Kristallausrichtung bzw. die richtungsabhängige Schallgeschwindigkeit mittels eines linearen Ultraschallarrays bestimmen lässt. Für den Sendefall eines Randlelements in Kontakttechnik können dabei Wellen identifiziert werden, die sich parallel zur Prüfkopfapertur im Prüfobjekt ausbreiten und mit der richtungsabhängigen Schallgeschwindigkeit skalieren. Die ermittelte Schallgeschwindigkeitsverteilung kann dann verwendet werden, um die lokale Wanddickenbestimmung für die Anisotropie zu adaptieren.

Hauptautor: HASSENSTEIN, Christian (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM))

Co-Autoren: HECKEL, Thomas (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)); HIRSCH, Philipp Daniel (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)); VÖHRINGER, Daniel (Siemens Energy Global GmbH & Co. KG); PRAGER, Jens (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM))

Vortragende(r): HASSENSTEIN, Christian (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM))

Sitzung Einordnung: Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

Track Klassifizierung: Vorträge

Beitrag ID: 19

Typ: **Vortrag**

Interferometrisches Ultraschall-Messverfahren zur Quantifizierung der Knochen-Implantat-Schnittstelle bei Hüftprothesen

Mittwoch, 19. Juni 2024 10:45 (25 Minuten)

Mehr als 10 Prozent der 250.000 pro Jahr in Deutschland implantierten Hüftprothesen lockern sich bereits in der ersten 10 Jahren nach der Operation wieder, was für die Patienten häufig schmerzhaft und komplikationsreiche Revisionsoperationen zur Folge hat. Bei einer Lockerung entwickelt sich zwischen Knochen und Implantat ein dünner Weichgewebe-Spalt. Dessen Dicke lässt Rückschlüsse auf den Grad der Lockerung zu und seine Materialeigenschaften geben Hinweise auf die Lockerungsursache, die rein mechanisch bedingt oder durch bakterielle Infektion ausgelöst sein kann. Klinisch übliche Diagnosetechniken wie die Projektionsradiographie (klassische Röntgenaufnahme) versagen jedoch bei der verlässlichen Erkennung einer Lockerung im Frühstadium sowie der Differenzierung deren Ursache.

Um diesem Problem zu begegnen, haben wir ein Ultraschallmessverfahren zur lokalen und quantitativen Charakterisierung der Knochen-Implantat-Grenzschicht entwickelt. Ein analytisches Modell für die Reflexion von Schallwellen in einem Dreischichtsystem wurde mit einer neuartigen Datenverarbeitungsmethodik kombiniert, um den Anforderungen der spezifischen medizinischen Anwendung gerecht zu werden. Durch nichtlinearen Fit der theoretischen Vorhersage des Modells an die tatsächliche Signalform der reflektierten Schallwellen im Frequenzbereich kann die Dicke der Zwischenschicht bestimmt werden und Vorhersagen über ihre physikalischen Eigenschaften sind möglich. Dadurch lassen sich dann potenziell Informationen zu Grad und Ursache der Lockerung gewinnen.

Der vorgestellte Ansatz wurde bereits erfolgreich auf idealisierte Testsysteme und ein Knochen-Implantat-System zur Dickenbestimmung im Bereich von ca. 200 μm bis 2 mm angewendet.

Der Vortrag wird sich auf den physikalischen Hintergrund und die Schlüsselkonzepte des Verfahrens sowie auf repräsentative Experimente konzentrieren, aber auch das zukünftige Potenzial der Technologie in der medizinischen Anwendung aufzeigen.

Hauptautor: Herr LÜTZELBERGER, Jan

Vortragende(r): Herr LÜTZELBERGER, Jan

Sitzung Einordnung: Medizinische Anwendungen

Track Klassifizierung: Vorträge

Beitrag ID: 20

Typ: **Vortrag**

Ultraschalldiagnostik in der Prozess- und Qualitätskontrolle generativ gefertigter Bauteile

Mittwoch, 19. Juni 2024 10:05 (25 Minuten)

Die additive Fertigung (AF) ermöglicht die Herstellung hochkomplexer Bauteile ohne die Notwendigkeit spezieller Werkzeuge und ist nicht zuletzt deshalb hervorragend für die materialeffiziente Herstellung von Einzelteilen und Kleinserien geeignet. Derzeit besteht eine wesentliche Herausforderung der AF-Technologien in der Reproduzierbarkeit der Bauteilqualität der erzeugten Bauteile. Besonders in Hinblick auf die hohen Fertigungskosten der additiven Fertigungstechnologien und der Vielzahl an Prozessparametern besteht die Notwendigkeit zur Entwicklung und Implementierung effizienter Qualitätssicherungsmaßnahmen.

Im Rahmen des Verbundprojekts „Rubin-AddiQ“ sollen neuartige Ansätze der Qualitätssicherung in der AF entwickelt werden. Neben der Fertigungs- und Bauteilsimulation soll die Anwendung von Ultraschall-basierten Verfahren zur Prozesskontrolle generativ gefertigter Bauteile untersucht werden. Letzteres ist bisher kaum untersucht und stellt einen neuartigen Ansatz dar.

Erste Messungen an Prüfkörpern, die mit unterschiedlichen Parametern gefertigt wurden, zeigen das Potential von Ultraschallrückstreuungsmessungen zur Charakterisierung der Fertigungsqualität 3D-gedruckter Bauteile. In einem ersten Schritt wurden aus den erfassten HF-Daten mittels der „spectral difference“ Methode Dämpfungskoeffizienten berechnet, welche zwischen den einzelnen Prüfkörpern signifikant unterschiedlich sind. Zudem wurden sowohl klassische statistische Analysemethoden, als auch moderne Ansätze aus dem maschinellen Lernen auf die sich ergebenden Spektrogramme angewendet und untersucht. Dabei stand vor allem die Verbesserung der Reproduzierbarkeit und der Automation der Qualitätssicherung im Vordergrund.

Hauptautor: Herr ENGL, Pascal (Hochschule Merseburg)

Co-Autoren: Dr. SCHWERDT, Johannes (GAMPT mbH); Prof. JENDERKA, Klaus-Vitold (Hochschule Merseburg)

Vortragende(r): Herr ENGL, Pascal (Hochschule Merseburg)

Sitzung Einordnung: Materialcharakterisierung

Track Klassifizierung: Vorträge

Beitrag ID: 21

Typ: **Vortrag**

Kompressive Wellenleiter zur Ultraschallbildgebung mit reduzierter Anzahl an Empfangskanälen

Dienstag, 18. Juni 2024 14:30 (25 Minuten)

Die konventionelle Erfassung von Ultraschalldaten für die Bildgebung erfordert die Verarbeitung großer Datenmengen und benötigt eine leistungsfähige Hardware zur Datenverarbeitung. Diese ergibt sich aus der hohen Abtastrate und einer Vielzahl an Empfangskanälen bei Linear-Arrays für 2D und insbesondere bei Matrix-Arrays für die 3D-Bildgebung. Gerade für neuere vielversprechende Anwendungen wie der Ultraschall-Lokalisierungs-Mikroskopie, die zusätzlich eine längere Aufnahmedauer erfordern, stoßen konventionelle Systeme an ihre Grenzen. In dieser Arbeit möchten wir eine Methode vorstellen, welche die akustische Kompression durch einen Wellenleiter ausnutzt, ein sogenannter External Angle-Dependent Resonator (EAR), siehe Abbildung. Abhängig von der Einfallrichtung tritt eine spezifische Modifikation des Signals auf, welche die örtliche Information in eine zeitliche kodiert. Durch eine Rückrechnung dieser Information kann der Signalursprung rekonstruiert werden.

In einem Experiment konnte gezeigt werden, dass durch diese Anwendung die Anzahl der für die Bildgebung notwendigen Empfangskanäle bei moderaten Auflösungsverlusten stark reduziert werden kann. Bei gleicher Kanalanzahl konnten einige Abbildungseigenschaften verbessert werden. Dies stellt eine effektive Möglichkeit zur Datenreduktion dar. Dadurch können die Anforderungen an die Wandler und die Aufnahmehardware reduziert werden, was zu kostengünstigeren US-Anwendungen führen kann.

Hauptautoren: BISCHOFF, Hannes (TU Dresden); DOU, Zehua (TU Dresden); CZARSKE, Jürgen (TU Dresden); WEIK, David (TU Dresden)

Vortragende(r): BISCHOFF, Hannes (TU Dresden)

Sitzung Einordnung: Signalverarbeitung

Track Klassifizierung: Vorträge

Beitrag ID: 22

Typ: **Vortrag**

Die Bestimmung viskoelastischer Materialparameter von Polymeren mittels eines Puls-Echo-Messverfahrens

Mittwoch, 19. Juni 2024 09:40 (25 Minuten)

Die Auswahl geeigneter Polymermaterialien mit den richtigen akustischen Eigenschaften ist entscheidend für die Gestaltung von Schalldämpfern, Lautsprechern und anderen akustischen Bauteilen. Insgesamt ist dabei auch das Verständnis der Frequenzabhängigkeit der Materialparameter von Polymeren für simulationsgestützte Designprozesse unerlässlich, da es die Möglichkeit bietet, Bauteile zu entwickeln, die den spezifischen Anforderungen ihrer Anwendung gerecht werden. Um hier realistische Simulationsergebnisse liefern zu können, ist die präzise Kenntnis der Materialparameter notwendig. Vor allem die Bestimmung von viskoelastischen Materialparametern stellt hier ein Problem dar, da es bisher kein standardisiertes Messverfahren gibt. Typischerweise enthalten Datenblätter der meisten Polymere lediglich quasistatische, elastische Materialparameter, die in Zugversuchen ermittelt wurden. Nichtsdestotrotz gibt es Ansätze, um das Materialverhalten dieser Werkstoffe zerstörungsfrei im hochdynamischen Bereich bis hin zu einigen Megahertz zu bestimmen.

Dieser Beitrag basiert auf einem geführte Wellen-Ansatz und konzentriert sich auf die Bestimmung der akustischen Materialparameter von Polymeren mithilfe eines Messverfahrens im Reflexionsmodus. Ausgangspunkt bildet dabei ein Ultraschall-Transmissionsmessplatz, welcher für ein Puls-Echo-Messverfahren modifiziert wurde.

Hierbei wird ein elektrisches Sendesignal mit variabler Mittenfrequenz im MHz-Bereich von einem Signalgenerator erzeugt, von dem breitbandigem Schallwandler in eine mechanische Welle umgewandelt und in die darauf platzierte zylindrische Probe eingekoppelt. Die durch den Probekörper propagierende Schallwelle wird am Ende der Probe reflektiert und wandert zurück zum Schallwandler, sodass zeitabhängige Signale gemessen werden. Das Besondere hierbei ist das aktive Element des Schallwandlers, ein 1-3 piezoelektrisches Komposit mit strukturierten Elektroden. So kann die Probe, in zylindrischen Segmenten phasenversetzt angeregt werden, was die Sensitivität des Messsystems gegenüber Scherbewegungen innerhalb der Probe erhöht. Die materialspezifischen Eigenschaften der Probe beeinflussen das Empfangssignal, aus welchem zunächst Laufzeiten und Dämpfungseinflüsse geschätzt werden. Aus diesen Startwerten werden anschließend mithilfe eines inversen Verfahrens die viskoelastischen Materialparameter ermittelt. Dazu werden simulativ berechnete Zeitverläufe der propagierenden Schallwellen mittels einer Kostenfunktion mit dem messtechnisch ermittelten Zeitverlauf verglichen. Ein Optimierungsalgorithmus bewertet den Vergleich und optimiert die Materialparameter bis die Simulation mit der Messung übereinstimmt. Dies ermöglicht die zuverlässige Identifikation der Parameter eines viskoelastischen Materialmodells sowie eine umfassende Beschreibung des akustischen Materialverhaltens von Polymeren über einen weiten Frequenzbereich von 0,5 MHz bis 2,5 MHz.

Hauptautor: DREILING, Dmitrij (Universität Paderborn)

Co-Autoren: Herr ITNER, Dominik; Prof. BIRK, Carolin; Dr. GRAVENKAMP, Hauke; Prof. HENNING, Bernd (Universität Paderborn)

Vortragende(r): DREILING, Dmitrij (Universität Paderborn)

Sitzung Einordnung: Materialcharakterisierung

Track Klassifizierung: Vorträge

Beitrag ID: 23

Typ: **Vortrag**

Schätzung piezoelektrischer Materialparameter an ringförmigen Probekörpern

Mittwoch, 19. Juni 2024 08:50 (25 Minuten)

Die zunehmend simulationsgestützten Entwurfsprozesse von piezoelektrischen Aktoren und Sensoren erfordern präzise Kenntnisse der Materialparameter. Zur Bestimmung dieser piezoelektrischen Materialparameter wird bislang die bekannte IEEE-Norm zur Piezoelektrizität herangezogen. Bei dem in dieser Norm beschriebenen Verfahren handelt es sich um einen analytischen Ansatz, welcher auf der Auswertung von Resonanzfrequenzen beruht. Dazu sind entsprechende Impedanzmessungen an einer Reihe von unterschiedlich geformten, und somit unter unterschiedlichen Bedingungen hergestellten, Proben erforderlich. Der Herstellungsprozess der Probe hat einen signifikanten Einfluss auf ihre Eigenschaften, was zu inkonsistenten Materialparametersätzen führen kann. Des Weiteren ist es vorteilhaft, die Materialparameter anhand von Proben mit der gleichen Geometrie zu bestimmen, die im jeweiligen Aktor oder Sensor zum Einsatz kommen sollen. In früheren Studien konnte gezeigt werden, dass ein vollständiger Materialparametersatz in einem inversen Verfahren unter Verwendung einer einzelnen scheibenförmigen Probe mit einer Elektrodenstruktur, die für eine erhöhte Sensitivität der Impedanz in Bezug auf alle Materialparameter optimiert ist, bestimmt werden kann. Bei Hochleistungsanwendungen hingegen werden häufig ringförmige piezoelektrische Komponenten eingesetzt, was eine Anpassung der bisher entwickelten Methode erforderlich macht.

In diesem Beitrag wird ein Ansatz zur Schätzung von piezoelektrischen Materialparametern anhand von ringförmigen Proben vorgestellt. Die erste Schätzung der Materialparameter erfolgt mit Hilfe von aus dem IEEE-Standard abgeleiteten, analytischen Näherungen für die Resonanzfrequenzen unter der Annahme eines isotropen Materials. Diese Startwerte werden dann in der ersten Optimierungsstufe in einem inversen Verfahren optimiert. Dabei werden analytische Ausdrücke für die elektrische Impedanz von piezokeramischen Ringen als Vorwärtsmodell verwendet. In der nachfolgenden zweiten Optimierungsstufe werden Finite-Elemente-Simulationen als Vorwärtsmodell eingesetzt. Die Optimierung erfolgt in diesem Schritt des Verfahrens mehrstufig, wobei auch hier die frequenzabhängige Sensitivität der elektrischen Impedanz in Bezug auf die Materialparameter herangezogen wird. Das vorgestellte Verfahren wird zunächst anhand von Simulationsergebnissen der elektrischen Impedanz validiert. Schließlich wird das Verfahren auf gemessene Impedanzen angewandt. Das Ergebnis ist eine gute Übereinstimmung zwischen Simulation mit dem resultierendem Materialparametersatz und Messung.

Hauptautor: FRIESEN, Olga (Universität Paderborn)

Co-Autoren: CLAES, Leander (Universität Paderborn); FELDMANN, Nadine (Universität Paderborn); HENNING, Bernd (Universität Paderborn)

Vortragende(r): FRIESEN, Olga (Universität Paderborn)

Sitzung Einordnung: Materialcharakterisierung

Beitrag ID: 25

Typ: **nicht angegeben**

Begrüßung

Dienstag, 18. Juni 2024 08:30 (20 Minuten)

Vortragende(r): HENNING, Bernd (Universität Paderborn)

Beitrag ID: 26

Typ: **nicht angegeben**

Schlussworte und Verabschiedung

Mittwoch, 19. Juni 2024 13:50 (20 Minuten)

Vortragende(r): HENNING, Bernd (Universität Paderborn)