

AK 3 Ultraschall in Biologie und Medizin (Sitzungsorganisation: Robert Lemor, St. Ingbert)

Zeit: Samstag 08:30–12:00

Raum: TU EB222

Hauptvortrag

AK 3.1 Sa 08:30 TU EB222

Forces that shape cells: Acoustic microscopical investigations into cellular dynamics — ●JÜRGEN BEREITER-HAHN — Johann Wolfgang Goethe-Universität, Zoologisches Institut, 60439 Frankfurt, Germany

The cytoskeleton of animal cells in culture in cooperation with the plasma membrane and its ion channels and transporters controls shape and volume. In fact, cell shape results from a morphodynamic process which is based on cytoskeletal dynamics developing forces which may equilibrate each other yielding almost constant shapes or resulting in different types of shape changes including locomotion. The dynamics of these forces can be visualized, the forces can be measured using ultrasound in the GHz range focused on to the specimen by an acoustic lens. This method for the first time allowed to allocate force development to subcellular areas and to the responsible fibrillar structures on the basis of local impedance changes related to sound velocity. High time resolution is combined with high spatial resolution and very low interaction with the cells under investigation which behave undisturbed. The second basic parameter characterizing the interaction of materials with sound waves is attenuation. This parameter reveals cross linkings between the cytoplasmic fibrils as revealed by a vitro approach which allows synchronous determinations of viscosity, sound velocity and attenuation in a non-destructive manner.

AK 3.2 Sa 09:00 TU EB222

Scanning Acoustic Microscopy on Bone - Status and Perspectives — ●KAY RAUM — Q-BAM Group, Dept. of Orthopedics, Martin Luther University of Halle-Wittenberg, Germany

High frequency ultrasound has become one of the most powerful tools for the elastic characterization of hard materials since its invention by Lemons and Quate in 1974. Many of the imaging and measurement techniques developed for NDE were also applied for the characterization of bone. However, the heterogeneous structure at several levels of organization implies multi-fold problems, e.g. tissue preparation, validity and applicability of the measurement techniques, resolution limitations, interpretation of results, etc. Furthermore the technical development of commercially available high resolution SAM lacks far behind other quantitative imaging modalities. The talk will describe the acoustic microscopes developed in our group, concepts for acoustic impedance mapping with frequencies up to 1 GHz and techniques for determining longitudinal, shear and surface wave velocities. The relations of acoustic to elastic parameters, either directly derived from the acoustic measurement or obtained from micromechanical tests, are presented. Combinations with other experimental and clinical techniques demonstrate the potential of SAM for an improved diagnosis, both in experimental and in clinical studies.

Hauptvortrag

AK 3.3 Sa 09:30 TU EB222

Messung der lokalen Schallgeschwindigkeit in einzelnen Zellen mittels zeitaufgelöster akustischer Mikroskopie — ●EIKE C. WEISS und ROBERT LEMOR — Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik, St. Ingbert, Germany

Das Zytoskelett von Zellen spielt eine wichtige Rolle in der Kraftgenerierung, der Volumenregulierung oder der Wanderbewegung von Zellen. Das lokale Kompressionsmodul ermöglicht dabei Aussagen über den aktuellen Zustand des Zytoskeletts. Um das Kompressionsmodul zu bestimmen, wird die lokale Schallgeschwindigkeit mittels zeitaufgelöster akustischer Mikroskopie aus der Ankunftszeit des Vorderwandechos der Zelle und der Ankunftszeit des Echos des Substrats, auf dem die Zellen aufgewachsen sind, bestimmt. Da es sich bei der akustischen Mikroskopie um ein stark fokussierendes System handelt, ist zusätzlich eine Korrektur der Diffraktion notwendig. Dazu wird die Zelle als homogene Flüssigkeitsschicht auf einem Glassubstrat modelliert und ein theoretisch erwartetes Signal durch Integration über die Pupille der akustischen Linse berechnet. Durch Variation der akustischen Parameter der Flüssigkeitsschicht lässt sich das theoretische Signal mit dem gemessenen Signal in Übereinstimmung bringen. Erste Ergebnisse an verschiedenen Zelltypen werden vorgestellt.

Hauptvortrag

AK 3.4 Sa 10:30 TU EB222

Akustische Kommunikation bei Insekten: Anpassungen an die Physik — ●HEINER RÖMER — Institut für Zoologie, Karl-Franzens-Universität Graz, Austria

Neben den Wirbeltieren hat die Evolution vor allem bei verschiedenen Gruppen von Insekten Gehörorgane und Kommunikation mit Hilfe von Schallsignalen hervorgebracht. Bei Tieren dieser Größenordnung (wenige mm bis cm) ergeben sich Probleme, wenn Schall für die soziale Kommunikation eingesetzt wird. Es ist schwierig und energetisch teuer Schall zu erzeugen und abzustrahlen, und es ergeben sich Probleme beim Empfang, insbesondere bei der Lokalisation der Signale. Das Frequenzband für die Kommunikation ist limitiert durch ein Hochpass-Filter, weil die Effizienz der Emission mit der Frequenz steigt. Bei der Schallübertragung im natürlichen Habitat der Tiere wirkt aber auch ein Tiefpass-Filter, weil exzessive Abschwächung bei hohen Frequenzen das Signal auf kurze Distanzen beschränkt. Auf diese Probleme wird eingegangen und gezeigt, wie bei verschiedenen Insekten physikalische Gesetze zu erstaunlichen Anpassungen geführt haben, die ihnen erlauben, Substrat- und Luftschall zur Kommunikation einzusetzen, und damit Frequenzbereiche von wenigen Hz bis weit über 100 kHz zu nutzen. Außerdem werden Probleme diskutiert, die aus der Tatsache folgen, dass technische Empfänger (Mikrofone) und Gehörorgane der Insekten andere Eigenschaften haben.

AK 3.5 Sa 11:00 TU EB222

Ultrasound Imaging - Diagnosis, Navigation and Therapy Control — ●ROBERT LEMOR, STEFFEN TRETBAR, HOLGER HEWENER und CHRISTIAN GÜNTHER — Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik, St. Ingbert, Germany

Ultraschall wird seit Jahrzehnten erfolgreich im klinischen Einsatz zur Diagnose verwendet. Das diagnostische Potential der Ultraschall-Grauwertbildgebung konnte durch die Darstellung von Blutfluss durch Doppler Verfahren oder durch den Einsatz von Ultraschall-Kontrast-Mitteln erweitert werden. Ultraschall bietet sich zusätzlich als kostengünstiges und echtzeitfähiges Bildgebungsverfahren für navigierte Eingriffe und als Verfahren zur Erfolgskontrolle von Therapiemaßnahmen während und nach der Therapie an. Bisher sind trotz vieler Ansätze kaum kommerzielle Systeme am Markt zu finden. Die Möglichkeiten und Limitationen der Ultraschall-Gewebecharakterisierung und Bildgebung für die Navigation werden am Beispiel eines Ultraschall-Systems zur Navigation und Therapiekontrolle thermischer Therapien diskutiert.

Hauptvortrag

AK 3.6 Sa 11:30 TU EB222

Drug Delivery from Jetting Cavitation Bubbles — ●CLAUS-DIETER OHL, MANISH ARORA, and DETLEF LOHSE — Physics of Fluids, University of Twente, Postbus 217, 7500 AE Enschede, The Netherlands

The usage of ultrasound to deliver non-invasively and remotely drugs to cells is becoming an emerging technology. Still, the mechanism leading to the drug uptake is unknown. Here, we demonstrate that a rather complex pathway excites the uptake of large molecules through the protective cell membrane. This is demonstrated for adherent cells on a substrate which are exposed to a single cycle of a strong ultrasound wave.

During the negative pressure part of the wave cavitation bubbles are nucleated and expand spherically. However, during the shrinkage of the bubble a well known liquid jet is formed which flows towards the substrate with the attached cells. The impinging wall jet when spreading radially on the substrate creates a boundary layer with strong shear. This shear stress when imposed on the cells causes either their detachment, permanent poration, or reparable poration of the cell membranes.

To document the sequence of events high speed sequences of the bubble dynamics and cell detachment, fluorescence and scanning electron microscopy are presented. Further, we model the kinetics of cell detachment with an analytical and a numerical solutions of the Navier-Stokes equation.