



Contribution ID: 33

Type: **Vortrag (20 Minuten Präsentation + 10 Minuten Fragen)**

Magnetomotive Ultrasound: Möglichkeiten und Grenzen der Bildgebung

Wednesday, June 24, 2026 8:45 AM (30 minutes)

Magnetomotive Ultrasound (MMUS) kombiniert Ultraschall mit Magnetfeldern, um gezielt kleine Verschiebungen in biologischem Gewebe zu induzieren und abzubilden. Hierzu werden magnetische Nanopartikel (MNP) in das Gewebe eingebracht, die auf ein externes Magnetfeld reagieren und minimale Gewebeverschiebungen erzeugen. Diese Gewebeverschiebungen können mittels Ultraschall erfasst und somit die MNP-Verteilung visualisiert werden.

In einem extern angelegten, zeitlich modulierten Magnetfeld erfahren die MNP eine variierende Kraft, die durch den Gradienten des Magnetfeldes bestimmt wird. Dies führt zu mikroskopischen, zeitabhängigen Verschiebungen der Partikel, die wiederum Verschiebungen im umgebenden viskoelastischen Gewebe verursachen. Diese Gewebeverschiebungen werden typischerweise im Mikrometerbereich erfasst, beispielsweise mittels Phasenverschiebungs- oder Speckle-Tracking-Verfahren. Die axiale Auflösung ist durch die Ultraschallwellenlänge begrenzt, während die Nachweisgrenze maßgeblich vom Signal-Rausch-Verhältnis sowie von Störeinflüssen, etwa durch Atmung oder Herzschlag, beeinflusst wird. Durch modulierte magnetische Anregungen und geeignete Signalverarbeitung kann die induzierte Gewebeverschiebung jedoch von solchen Störeinflüssen entkoppelt werden.

Bei der Auslegung eines MMUS-Systems müssen Magnetfeldstärke, Anregungsfrequenz und Ultraschallparameter sorgfältig aufeinander abgestimmt werden. Zwar erhöhen höhere Magnetfeldgradienten die mechanische Verschiebung, sie unterliegen jedoch technischen und sicherheitsrelevanten Einschränkungen. Gleichzeitig beeinflusst die Wahl der Ultraschallfrequenz sowohl die Eindringtiefe in das Gewebe als auch die Sensitivität der Bildgebung. Der Fokus aktueller Forschungsarbeiten liegt auf der Charakterisierung mechanischer Gewebeparameter, der Modellierung und Simulation der gekoppelten magneto-mechanisch-akustischen Dynamik sowie der Optimierung der magnetischen Anregung.

MMUS ist somit ein interdisziplinäres Forschungsfeld an der Schnittstelle von Magnetismus, Kontinuumsmechanik und Ultraschallphysik mit vielversprechenden Anwendungen, unter anderem in der lokalen Tumordiagnostik und -therapie. Der Vortrag gibt einen Überblick über die Möglichkeiten und Grenzen dieser Bildgebung. Dabei werden insbesondere die Herausforderungen und Lösungsansätze im Hinblick auf die Ultraschallbildgebung und Signalverarbeitung behandelt.

Primary author: HEIM, Christian (EMES Freiburg)

Co-authors: Mr HUBER, Christian (SEON Erlangen); Prof. ERMERT, Helmut (SEON Erlangen); Ms ULLMANN, Ingrid (LHFT Erlangen); Mr HAGEROTH, Lars (SEON Erlangen); Prof. LYER, Stefan (SEON Erlangen); Prof. RUPITSCH, Stefan (EMES Freiburg)

Presenter: HEIM, Christian (EMES Freiburg)

Session Classification: Medizinische Anwendungen

Track Classification: Vorträge