

## **English:**

### **Magnetic field tunable flexible wireless communication device**

When combined with wireless communication systems, soft, flexible and transient smart sensorics for instance for monitoring physiological conditions is at the forefront of multidisciplinary research bridging materials science, physics, electrical engineering, and medicine. While in particular spintronic devices have been developed for communication and sensing applications, they have largely not been explored on flexible and stretchable surfaces. Wireless magnetosensorics can pave the way towards on-skin proximity detection systems for touchless human-machine interaction, motion and displacement sensorics, as well as functional medical implants. Magnetoresistive elements are envisioned to act as a versatile tool to assess for instance the mechanical movements of heart valves in vivo to diagnose early stages of dysfunctions.

We will explore spintronic devices for combined high frequency bendable sensor and communications systems. We will fabricate a demonstrator consisting of a flexible magnetoresistive element integrated into a flexible resonant circuit with an antenna and capacitor and demonstrate transmission of the measured sensor signal to an external device, i.e. a smartphone. To realize the communication with the entirely passive flexible device, which could serve e.g. to sense the heart function, we will fabricate monitoring electronics. To ensure the necessary transparency in the human body as needed for the implant applications, the device will be designed to work in the tens of MHz frequency range.

To realize this vision, we use a multi-pronged approach that combines the necessary fundamental investigations with applied development, which can only be achieved by combining the know-how of two groups. Firstly, we have to understand the behavior of flexible magnetic sensors from DC-GHz frequencies exposed to tensile or compressive strain occurring due to the flexibility. In particular, we need to ascertain the intrinsic magnetic properties as well as the resulting transport properties, as reflected in the fundamental aspects of the project. On the application side, we will realize the flexible resonant circuit and monitoring electronics, where we aim to tune the resonance frequency and the Q-factor of the circuit using the external magnetic field that will be sensed.

## **German:**

### **Magnetfeld-sensitives flexibles drahtloses Kommunikationssystem**

Die Kombination von flexiblen und formbaren Sensoren mit drahtlosen Kommunikationselementen z.B. zur Überwachung physiologischer Werte stellt einen Schwerpunkt interdisziplinärer Forschung an der Schnittstelle zwischen Materialwissenschaften, Elektrotechnik, Physik und Medizin dar. Spintronische Elemente sind bisher für Kommunikations- und Sensoranwendungen entwickelt und verwendet worden, aber ihr Einsatz auf biegbaren flexiblen Substraten ist bisher nicht intensiv untersucht worden. Mittels drahtloser Magnetosensorik ließen sich Annäherungssensoren auf der Haut implementieren, mit denen man berührungslose Mensch-Maschinen-Interaktion, Bewegungssensoren und funktionelle medizinische Implantate realisieren kann. Konkret

kann man magnetoresistive Sensorelemente vielseitig einsetzen, um beispielsweise die mechanische Bewegung von Herzklappen in-situ zu überwachen und Erkrankungen frühzeitig zu diagnostizieren.

Schwerpunkt ist die Entwicklung spintronischer Bauelemente für flexible integrierte Hochfrequenzsensoren und Kommunikationssysteme. Hierfür, werden wir einen *Demonstrator* bestehend aus flexiblen Magnetowiderstandssensoren integriert in einem Schwingkreis mit Antenne herstellen und die Signalübertragung zu einem elektronischen Gerät (z.B. Smartphone) zeigen. Die zur Kommunikation benötigte Elektronik wird entwickelt, und um eine Signalübertragung mit in den menschlichen Körper implantierten Bauelementen zu gewährleisten, wird eine Frequenz von einigen zehn MHz genutzt.

Für die Umsetzung dieses Plans ist eine Kombination von Grundlagenforschung und anwendungsbezogener Entwicklung nötig, welche erst durch das kombinierte Wissen zweier Gruppen ermöglicht wird. Zuerst müssen wir die Auswirkungen von Dehnung und Kompression bedingt durch die Flexibilität auf das Verhalten des Magnetsensors im DC-GHz Frequenzbereich untersuchen. Hierfür wird der Einfluss von Dehnung auf die fundamentalen magnetischen Eigenschaften und die resultierenden Magnetotransporteigenschaften ermittelt (Grundlagenforschungs-Aspekte). Auf der Seite der angewandten Forschung werden mechanisch flexible Schwingkreise und Überwachungselektronik realisiert, wobei die Resonanzfrequenz und der Q-Faktor mittels des zu detektierenden magnetischen Feldes eingestellt werden.