

Stuttgart / Stuttgart, 05. April 2022

## **PRESSEMITTEILUNG – ThinkKing April 2022**

### **Quantensensoren – Den Minis gehört die Zukunft**

**Bisher sind Quantensensoren – im Einsatz beispielsweise für MRT-Untersuchungen in der Medizintechnik – groß, unhandlich und schwer. Was aber wäre, wenn man diese Sensoren auf die Größe eines Euro-Stücks schrumpfen könnte? Das gelingt am Institut für Intelligente Sensorik und Theoretische Elektrotechnik (IIS) der Universität Stuttgart. Die Forschenden unter Leitung von Prof. Dr. Jens Anders entwickeln mit Hilfe von 3D-gedruckten Strukturen einen um den Faktor 1.000 leichteren und verkleinerten Quantensensor, der sich unter anderem zur weiteren Optimierung von Leichtbaustrukturen in der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung einsetzen lassen wird.**

*Die Landesagentur für Leichtbau Baden-Württemberg präsentiert diese Innovation mit ihrem ThinkKing im April 2022. Mit diesem Label gibt die Leichtbau BW GmbH monatlich innovativen Produkten oder Dienstleistungen im Leichtbau aus Baden-Württemberg eine Plattform.*

#### **Auf einen Blick:**

- ▼ **Leichter:** 16 Gramm statt etwa 16 Kilogramm – der Faktor 1.000 in der Gewichtsreduzierung ist ein Quantensprung für den Quantensensor.
- ▼ **Kurze Produktionszeit:** Die kleinen Quantensensoren lassen sich durchschnittlich innerhalb von einer halben Stunde herstellen.
- ▼ **Kostengünstig:** Inklusive Material kostet ein leichter Quantensensor nur wenige Euro.
- ▼ **Neue Möglichkeiten:** Durch mittels Chipintegration miniaturisierte Elektronik lassen sich aus den Magnetresonanzsensoren tragbare, spinbasierte Analysegeräte entwickeln, die in unterschiedlichen Bereichen zum Einsatz kommen.

Leichtbau revolutioniert die Magnetresonanz-Messtechnik: Kleinere Magnete und additiv gefertigte Strukturen führen zu einer Miniaturisierung der bisher großen und unhandlichen Sensoren.

„Wir nutzen den 3D-Druck als eine Möglichkeit, leichte und zugleich hochpräzise Magnete für Quantensensoren zu realisieren“, erklärt Prof. Dr. Jens Anders, Leiter des Instituts für Intelligente Sensorik und Theoretische Elektrotechnik (IIS) der Universität Stuttgart, das für diese Entwicklungsleistung mit dem ThinkKing des Monats April 2022 ausgezeichnet wird.

#### **Breitgefächerte Einsatzgebiete**

Die Magnete können in Magnetresonanzsensoren für die Kernspin- (NMR) und Elektronenspinresonanz (ESR oder EPR) zum Analysieren des chemischen Aufbaus von Molekülen oder der chemischen

Zusammensetzung von Gemischen genutzt werden. Weil sie um ein Vielfaches kleiner und leichter sind als bisherige Ausführungen, ermöglichen die Sensoren zum ersten Mal wirklich portable Systeme für Point-of-use- beziehungsweise Point-of-care-Messungen. Den Einsatzmöglichkeiten sind deshalb kaum Grenzen gesetzt: von der Medizintechnik über die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung im Leichtbau bis hin zur Qualitäts- und Gütekontrolle in der Herstellung von Faserverbundkunststoffen wie CFK (carbonfaserverstärkter Kunststoff) und GFK (glasfaserverstärkter Kunststoff) sowie in der Inline-Prozesskontrolle radikalischer Polymerisationen. Untersuchen lassen sich organische Flüssigkeiten (beispielsweise Blut, Urin), weiche und flüssige Lebensmittel (beispielsweise Milch oder Butter), Polymere, biologisches Gewebe und poröse Materialien.

### **Leicht, günstig und schnell hergestellt**

Magnetresonanzsensoren bestehen aus einer Spule als Sensor, Anrege- und Auswerteelektronik sowie den Magneten und Eisenkomponenten, die für ein homogenes Magnetfeld sorgen. Die Eisenkomponenten bezeichnet man als Joch- und Polstücke, wobei letztgenannte oftmals zusätzliche spezielle Strukturen (Shimstrukturen) zur Verbesserung der Homogenität des Magnetfelds enthalten. An diesem Aufbau hat sich auch durch die Miniaturisierung im Grunde nichts verändert.

Aufgrund ihrer Größe und ihres Gewichts waren bisher die Einsatzmöglichkeiten der Magnetresonanzsensoren deutlich limitiert. So sind die Sensoren bisher im besten Fall mobil, aber gewiss nicht tragbar. Die Herstellung traditioneller Magnetresonanzmagnete ist aufwändig und kann mehrere Tage in Anspruch nehmen.

Am Institut für Intelligente Sensorik nutzt das Forschungsteam unter Leitung von Prof. Dr. Jens Anders zum Herstellen der bisher schweren Jochstrukturen kommerziell verfügbare Kunststoff-Filamente mit ferromagnetischen Partikeln, die zu den Kleinstmagneten des Sensoraufbaus harmonieren. Die 3D-gedruckte Strukturen aus leichtem, eisenhaltigem Kunststoff-Filament sind ein kostengünstiger Weg, um leistungsstarke und tragbare Magneten für spinbasierte Quantensensoren schnell herzustellen.

Die additive Fertigung ermöglicht eine freie Formgestaltung der Polstücke des Magneten, wodurch eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Homogenität erzielt werden kann. Zudem lässt sich die Struktur innerhalb weniger Minuten im FDM -Verfahren (Fused Deposition Modeling) auf dem hauseigenen 3D-Drucker drucken. Der Prototyp zeigt, dass kommerzielle ferromagnetische Filamente für wichtige Teile der Magnetresonanzmagneten verwendet werden können.

Im Ergebnis kann das Gewicht des Sensors auf bis zu 16 Gramm reduziert werden und die Größe liegt bei nur noch wenigen Kubikzentimetern. Entsprechend günstig ist der Quantensensor auch: Die Kosten liegen bei etwa zwei Euro pro Magnet und die Produktionszeit liegt bei nur noch 30 Minuten.

„Die hohe Homogenität zusammen mit dem geringen Gewicht und der damit einhergehenden Portabilität sind echte Alleinstellungsmerkmale unserer Magnete“, sagt Prof. Dr. Anders. „Derzeit planen

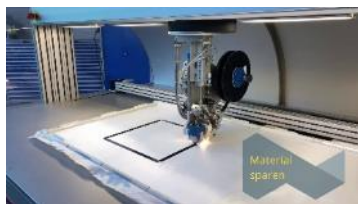
wir eine Ausgründung, welche die gedruckten Magnete mit unseren chipintegrierten Spinsensoren verbindet, um tragbare spinbasierte Analysegeräte auf den Markt zu bringen.“

### **Materialeffizienter Leichtbau dank leichter Quantensensoren**

Für den Leichtbau eröffnet die Miniaturisierung der Sensoren durch Einsatzmöglichkeiten in der Werkstofffertigung weiteres Potenzial: die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung in situ sowie die mögliche Inline-Prozesskontrolle bei der Herstellung lassen eine Quantifizierung der Qualität von Faserverbundkunststoffen zu. Dadurch wird eine verbesserte Produktauslegung ohne die bisherigen großzügigen Sicherheitszuschläge möglich. So könnte sich in Zukunft dank der neuen leichten Magnete zusammen mit den chipintegrierten Spin-Quantensensoren zusätzlich Material und damit mittelbar auch CO<sub>2</sub>-Emissionen einsparen lassen.

### **Über das Institut für Intelligente Sensorik und Theoretische Elektrotechnik (IIS) der Universität Stuttgart**

Das IIS beschäftigt sich mit der Forschung an miniaturisierten und skalierbaren Sensorsystemen. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der spinbasierten Quantensensorik. Das Institut hat derzeit circa 30 Mitarbeitende.



#### **Der ThinKing im Video**

In unserer Videoserie „**Leichtbau leicht erklärt**“ stellen wir Ihnen den ThinKing innerhalb weniger Minuten vor:  
<https://youtu.be/cSADYD4un-g>

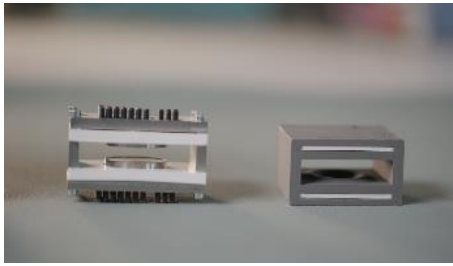
#### **Bildmaterial (Abdruck honorarfrei)**



#### **[ThinKing\_April\_2022\_IIS\_Bild-1.jpg]**

Ein Größenvergleich: Magnetsensor mit 16 Gramm Gewicht zu Herstellungskosten von zwei Euro. Zu sehen ist in blau das 3D-gedruckte Gehäuse, die beiden Magneten oben und unten und in der Mitte der leer Probenraum.

Bild: IIS Universität Stuttgart



[ThinKing\_April\_2022\_IIS\_Bild-2.jpg]

Weitere Laborprototypen gedruckter Magnete unterschiedlicher Feldstärken und Homogenitätsklassen: links ein Magnet mit mechanischen Shimmingstrukturen, rechts ein Magnet mit freiformgedruckten Shimmingstrukturen.

Bild: IIS Universität Stuttgart



[ThinKing\_April\_2022\_IIS\_Bild-3.jpg]

Die NMR- (unten) und EPR-Chips (oben), die (fast) die gesamte benötigte Elektronik für NMR- beziehungsweise EPR- Experimente mit dem leichten Magnetsensor enthalten. Dargestellt im Größenvergleich zu einer 1-Cent-Münze.

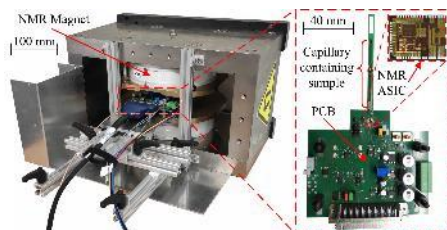
Bild: IIS Universität Stuttgart



[ThinKing\_April\_2022\_IIS\_Bild-4.jpg]

Prof. Dr. Anders mit dem kleinsten Quantensensor in seiner linken Hand, in der rechten Hand ein teilweise 3D-gedruckter Magnet mit größerem Probenvolumen und mechanischen Shimmingstrukturen und links neben ihm auf dem Boden ein Elektromagnet üblicher Bauart für Magnetresonanzexperimente.

Bild: IIS Universität Stuttgart



[ThinKing\_April\_2022\_IIS\_Bild-5.jpg]

Im Vergleich dazu ein ähnlicher kommerzieller Magnet mit 120 Kilogramm Gewicht.

Bild: IIS Universität Stuttgart

**Kontakt für Redaktionen:**

**Ihre Ansprechpartnerin bei der Landesagentur für Leichtbau Baden-Württemberg**

Carina Konopka  
Managerin Kommunikation  
Breitscheidstraße 4  
70174 Stuttgart  
Tel.: +49 711 – 128 988-44  
Mob.: +49 151 – 1171 10 02  
[Carina.Konopka@leichtbau-bw.de](mailto:Carina.Konopka@leichtbau-bw.de)  
[www.leichtbau-bw.de](http://www.leichtbau-bw.de)

Wenn Sie diese PM für Ihre Berichterstattung verwenden, freuen wir uns über einen kurzen Hinweis und/oder ein Belegexemplar. Sprechen Sie uns gerne an, wenn Sie an einem Fachartikel oder einem bestimmten Themenaspekt interessiert sind. Bei Fragen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung oder vermitteln Ihnen Ansprechpartner aus unserem Netzwerk, zu dem über 2.400 Unternehmen und 360 Forschungseinrichtungen gehören – dem wohl größten Leichtbaunetzwerk weltweit.