



Wer schon einmal „in die Röhre“ musste, weiß: Magnetische und gut leitende Materialien sind im Kernspintomographen tabu. Für komplexe Diagnosen und für die medizinische Forschung muss das bildgebende Verfahren aber oft mit anderen Methoden kombiniert werden, die leitende Kabel erfordern. Im Rahmen eines Innosuisse-Projekts mit der Firma TI Solutions haben Forschende der Empa Kabel auf Polymerbasis entwickelt, die auch im MRT sicher und zuverlässig funktionieren.

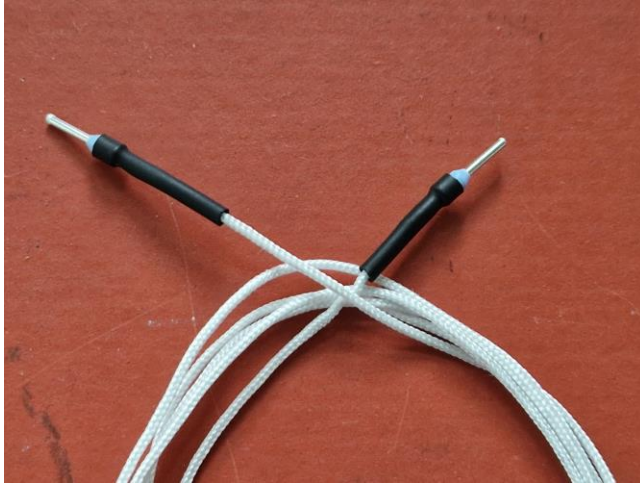


Bild: Michal Jarmoluk auf Pixabay

Die Kernspintomographie, auch als Magnetresonanztomographie oder MRT bekannt, ist ein wertvolles Bildgebungsverfahren in der Medizin. Damit lassen sich hochauflösende Bilder von Geweben und Organen erstellen, die selbst kleine Verletzungen, Entzündungen und Tumore aufzeigen. Das Verfahren nutzt Radiowellen und äußerst starke Magnetfelder. Metall ist im MRT deswegen problematisch: Wenn sie nicht speziell konstruiert sind, können sich metallische Gegenstände, wie etwa Implantate, erhitzen und zu Verbrennungen führen – selbst dann, wenn sie nicht vom Magnetfeld angezogen werden.

MRT lässt sich auch mit weiteren diagnostischen und therapeutischen Verfahren kombinieren, zum Beispiel einer elektrischen Untersuchung des Herzens (Elektrokardiogramm, EKG), des Gehirns (Elektroenzephalogramm, EEG) oder mit einer Stimulation von tiefliegenden Hirnstrukturen mittels temporaler Interferenz-Stimulation (TI). Dafür muss der Patient oder die Patientin im MRI zusätzliche Elektroden am Brustkorb oder

am Kopf tragen. Und genau hier stößt die kombinierte Methode an ihre Grenzen: Die Elektroden müssen per Kabel an ein Messgerät angeschlossen sein, und Kabel bestehen meistens aus Kupfer. Innerhalb des MRT-Geräts können sie sich erhitzen – und obendrauf stören sie die Bildgebung im MRT.



Das neue Kabel besteht aus gebündelten Polymerfasern mit einer dünnen Metallbeschichtung. Bild: Empa

Forschende aus dem Empa-Labor „Advanced Fibers“ in St. Gallen haben gemeinsam mit ihrem Industriepartner TI Solutions AG eine überraschende Lösung entwickelt. Ihre Elektrodenkabel bestehen nicht aus Kupfer, sondern aus Kunststoff – zumindest mehrheitlich. Anstelle von Metalldrähten haben Forschende rund um Dirk Hegemann Bündel aus Polymerfasern eingesetzt, die mit einer hauchdünnen Metallschicht ummantelt sind.

„Unser Ziel war es, ein Kabel mit einer sehr geringen, aber genau definierten metallischen Leitfähigkeit zu entwickeln“, sagt Hegemann. „Die Leitfähigkeit muss genug groß sein, damit das Signal übertragen werden kann, aber nicht so groß, dass

es zu einer Interaktion mit den Radiowellen kommt.“ Das Unternehmen TI Solutions, das Elektroden für Stimulation und Messung von Hirnströmen entwickelt, ist auf Hirnstimulation mittels TI und EEG spezialisiert – ideale Voraussetzungen für die Zusammenarbeit, die im Rahmen eines Innosuisse-Projekts stattfand. „Mit den <MRIComplead>, den im Empa-Labor entwickelten MRT-kompatiblen Kabeln, haben unsere medizinischen Forschungspartner zum ersten Mal die Möglichkeit, die Wirkung von TI im Hirn mittels MRT sicher und störungsfrei sichtbar zu machen“, sagt Sven Kühn, Forschungsleiter seitens des Industriepartners.

Robust und skalierbar

Die vordefinierte elektrische Leitfähigkeit ist nur einer der Ansprüche, denen die Kunststoffkabel genügen mussten. Um in der Medizin und der Forschung nutzbar zu sein, mussten sie auch über längere Zeit stabil und widerstandsfähig sein, sowohl gegen Korrosion der Beschichtung als auch gegen die mechanischen Belastungen, die etwa beim Ein- und Ausstecken der Kabel entstehen.

Die Forschenden probierten rund ein Dutzend Beschichtungen mit unterschiedlichen Materialien und Beschichtungstechniken aus. Als Gewinner erwies sich eine Beschichtung aus Silber und Titan. „Silber hat eine sehr gute elektrische Leitfähigkeit“, erklärt Hegemann. „Das Titan setzt die Leitfähigkeit wieder etwas herunter, damit wir unseren vorgeschriebenen Bereich erreichen können.“ Die beiden Metalle stabilisieren sich zudem gegenseitig gegen Korrosion. Erste beschichtete Kunststoffkabel haben die Forschenden bereits während eines Jahres getestet und gezeigt, dass sich ihre Leitfähigkeit über diese Zeit kaum verändert hat.

Die hauchdünne Beschichtung, die weniger als einen halben Mikrometer dick ist, brachten die Forschenden mittels Magnetronspütern auf die Faser auf: ein etabliertes Verfahren, das sich in einem industriell skalierbaren Rolle-zu-Rolle-Prozess anwenden lässt. Für die ersten Kabel haben die Empa-Forschenden bereits rund einen Kilometer an beschichteten Fasern hergestellt. Das Innosuisse-Projekt wurde 2025 erfolgreich abgeschlossen. Trotzdem bleiben die Partner in Kontakt. „Wir unterstützen unseren Industriepartner weiterhin, wenn es um Demonstratoren und erste Bemusterungen geht“, sagt Hegemann. „Die effiziente und unkomplizierte Unterstützung der Empa in der Nullserienphase ist ein weiterer Gewinnfaktor in unserer Zusammenar-



beit“, sagt Niels Kuster, Präsident der TI Solutions AG. Bewähren sich die Kunststoffkabel in diesen ersten Einsätzen, werden sie in die industrielle Produktion übergehen.

Quelle: Anna Ettlin