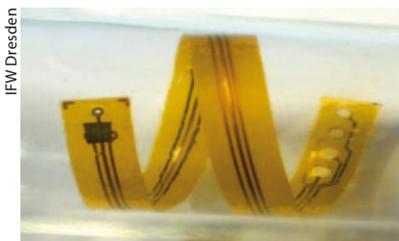


■ Dünn und biegsam

Flexible Hall-Sensoren eröffnen neue Möglichkeiten bei der Optimierung von Elektromotoren.

Magnetfeldsensoren spielen in vielen messtechnischen Anwendungen eine wichtige Rolle. Durch neue Technologien und Verfahren lassen sich dabei auch etablierte Detektionsprinzipien weiter verbessern. Ein Beispiel hierfür sind Sensoren, wie sie Wissenschaftler des Leibniz-



Sensor (links) mit Platine und Kontakten (rechts) – dank einer Polymermembran lässt sich das System stark krümmen.

Instituts für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden (IFW) und der TU Chemnitz nun gemeinsam entwickelt haben. Wie bei vielen Magnetfeldsensoren beruht das Messprinzip dabei auf dem Hall-Effekt – allerdings sind die Dresdner Sensoren extrem dünn und gleichzeitig elastisch.

Die Forscher nutzen als Platine eine Polymermembran, auf die sie den eigentlichen Sensor durch Sputtern abscheiden. Dieser ist nur einen Mikrometer dick und besteht aus Wismut, das unter allen Metallen den größten Hall-Koeffizienten aufweist. Der Sensor und die elastische Platine sind zusammen nur etwa ein Zehntel Millimeter dick und zum Schutz vor mechanischen Belastungen und Feuchtigkeit mit einem Polymer umhüllt. Sie lassen sich noch auf gekrümmte Oberflächen mit Radien von nur 5 mm aufbringen und können dabei eine magnetische Flussdichte bis zu 2,2 Tesla zuverlässig messen. Diese Parameter spiegeln die Anforderungen wider, wie sie bei Elektromotoren anzutreffen sind. Die Sensoren sind dünn genug, um sie im Luftspalt zwischen Rotor und Stator montieren zu können. Mit heutigen Hall-Sensoren auf der Basis von Halbleitern ist das aufgrund

deren Dicke von rund 400 μm nicht möglich – zumindest nicht ohne die Geometrie des Magnetfeldes im Elektromotor zu verändern, was einer Optimierung des Wirkungsgrades entgegenläuft.

Neben der Auswahl eines geeigneten Materials mussten die Wissenschaftler vor allem das Antwortverhalten des Sensors optimieren. Anders als in der Halbleiterelektronik gibt es bei metallischen Hall-Sensoren auf Polymeren noch wenig „Lehrbuchwissen“.

Derzeit entwickeln die Forscher eine Temperaturstabilisierung für den Sensor sowie die erforderliche Steuer- und Ausleseelektronik.

■ Genauere Radonmessungen

Dank eines neuen Normal lassen sich niedrige Radon-Aktivitätskonzentrationen präziser messen als bislang.

Das radioaktive Edelgas Radon ist fester Bestandteil unserer Umwelt. Es tritt vor allem dort aus dem Boden aus, wo der Untergrund aus Granit besteht. Steht dort ein Gebäude, kann die Radonkonzentration in der Raumluft ungesund hoch werden. Dass Radon in hohen Dosen Krebs verursachen kann, ist bekannt, inzwischen vermuten Wissenschaftler aber, dass Radon bereits in niedrigen Konzentrationen die Gesundheit gefährdet. Daher wurden in der EU die Richtwerte für Gebäude auf 300 Bq/m^3 gesenkt. Das stellt allerdings die Messtechnik vor ein Problem: Entsprechende Geräte konnten bislang



Das neue TransfERNormal der PTB misst niedrige Radon-Aktivitätskonzentrationen mit geringer Messunsicherheit.

nur bei Konzentrationen von mehr als 1000 Becquerel pro Kubikmeter präzise kalibriert werden. Unterhalb dieses Wertes wächst der statistische Fehler rasch, weil die Zahl der Ereignisse gering ist.

Die Konzentrationen in deutschen Gebäuden liegen jedoch häufig nur zwischen 50 und 200 Bq/m^3 . Daher hat die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) eine Referenzkammer für niedrige Aktivitäten entwickelt¹⁾, mit denen sich künftig Messgeräte auch für den Low-Level-Bereich zuverlässig kalibrieren lassen. Zum Beispiel sind bei 200 Bq/m^3 dann noch Genauigkeiten von zwei Prozent erreichbar – vier- bis fünfmal genauer als bislang.

Der Schlüssel dazu ist ein neu entwickeltes Radium-226-Emanationssystem, das das Folgeprodukt Radon-222 erzeugt. Da Radon-222 eine Halbwertszeit von knapp vier Tagen hat, begrenzte diese Zeitspanne bislang die maximal mögliche Zeit, in der sich Messgeräte kalibrieren ließen. Das neue System lässt das gasförmige Radon dagegen in genau bekannter Menge und Aktivität kontinuierlich in eine Kammer strömen. Die zugehörige Messkammer ist sehr voluminös verglichen mit bisherigen Referenzquellen, so dass sich trotz geringer Signalstärke auch noch kleine Aktivitätskonzentrationen über Zeitspannen von drei bis vier Wochen ausreichend genau erfassen lassen. Diese mobile Messkammer erlaubt es, die Kalibrierung auf Messgeräte an anderen Orten zu übertragen.

■ Das Beste aus zwei Welten

Mit einem Kombigerät lassen sich Materialproben sowohl chemisch als auch physikalisch analysieren.

Rasterkraftmikroskopie und Massenspektrometrie sind seit Jahren fester Bestandteil der Analytik. Während sich mit dem Rasterkraftmikroskop die physikalischen Eigenschaften einer Oberfläche untersuchen lassen, sind es bei der Massenspektrometrie die chemischen Eigenschaften. Eine Materialprobe mit beiden Geräten zu analysieren

¹⁾ D. Linzmaier et al., Appl. Radiat. Isot., DOI: 10.1016/j.apradiso.2013.03.032

bedeutete bislang, sie aus dem einen Gerät wieder zu entfernen und ins andere einzubringen – verbunden mit der Gefahr, die Probe zu verschmutzen oder ihre Oberfläche zu oxidieren. Ein Gerät, das beide Technologien vereint, macht nun Schluss mit diesem Problem: Mit ihm lassen sich sowohl die physikalischen als auch die chemischen Eigenschaften untersuchen. Entwickelt wurde der „3D-NanoChemiscope“ getaufte Prototyp gemeinsam von der Schweizer Empa und der deutschen ION-TOF GmbH.

Mechanisches Herzstück des Gerätes ist eine über Piezomotoren verstellbare Präzisionsbühne in der Vakuumkammer, mit der sich die Probe zwischen dem Cantilever des Rasterkraftmikroskops und dem Ionenstrahl des Massenspektrometers verschieben lässt. Beim Spektrometer handelt es sich um ein kommerziell erhältliches, aber modifiziertes Time-of-Flight-Sekundärionen-Massenspektrometer, bei dem die Massen der aus der Probenoberfläche herausgeschlagenen Ionen aufgrund ihrer Flugzeit bis zum Detektor ermittelt werden. Das Rasterkraftmikroskop wurde von den Empa-Forschern entwickelt. Durch die verstellbare 5-Achsen-Bühne lässt sich eine Materialprobe innerhalb von einer Minute auf 100 nm genau zwischen Kraftmikroskop und Massenspektrometer verschieben. Ein typischer Messablauf besteht aus der Rasterung der Probenoberfläche mit dem Cantilever, anschließend findet der Ionenbeschuss für die Massenspektrometrie statt und dann eine

erneute Abtastung der Probenoberfläche mit dem Mikroskop. So lassen sich simultan mechanische und chemische Eigenschaften messen. Das Kombigerät erreicht bislang eine Auflösung von einigen Nanometern.

■ Völlig losgelöst

Mit einem Antennen-Array lassen sich Geräte auf einem Tisch drahtlos mit Energie versorgen.

Seit einigen Jahren experimentieren Wissenschaftler mit der kabellosen Energieübertragung. Neben proprietären Lösungen, um Mobilgeräte aufzuladen, gibt es mit Qi inzwischen auch einen Standard, hinter dem zahlreiche namhafte Firmen stehen. Da Qi bislang jedoch nur sehr wenige Ladeszenarien abdeckt, dauert die Suche nach weiteren Lösungen an. Das Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS in Paderborn, die Uni Paderborn und vier Unternehmen haben nun Demonstratoren entwickelt, mit denen sich elektrische Leistungen bis 50 W drahtlos übertragen lassen. Im Vordergrund standen dabei die Energieübertragung in der Fläche über wenige Zentimeter hinweg sowie gestalterische Aspekte. Denn das Szenario, auf das sich das Projektteam konzentriert, ist die drahtlose Energieübertragung von Konferenztischen oder großen Arbeitsflächen zu Geräten wie Notebooks oder Lampen, die auf ihnen stehen.

Dazu integriert das Team in den Tisch eine Platine mit vielen Anten-



Fraunhofer ENAS

Tischlampen einfach dahin schieben, wo man sie braucht – durch kabelloses Laden soll das künftig möglich sein.

nen, deren Abstände untereinander so gewählt sind, dass nur unter der Empfangsfläche des jeweiligen Geräts ein Magnetfeld erzeugt wird. Man kann sich das Prinzip ähnlich wie bei einem Switched Array in der Radartechnik vorstellen: Aus der individuellen intelligenten Ansteuerung der Antennen resultiert der gewünschte Bereich, in dem das System die elektrische Energie induktiv überträgt. Die Ausdehnung dieses Bereiches entspricht dann der Spulendimension, die im Gehäuse des Notebooks oder der Lampe untergebracht ist. Das System erkennt selbstständig, wo das zu betreibende Gerät auf dem Tisch steht, weil es die Signatur der Empfängerspule im Feld erfasst. Über ein Kommunikationsprotokoll gibt ein zu ladendes Gerät dem System zu erkennen, dass es zur Energieübertragung berechtigt ist.

Die Projektbeteiligten wollen nun die Effizienz der Energieübertragung auf mehr als 80 Prozent steigern, damit die Technologie eine ähnliche Größenordnung erreicht wie ein gewöhnliches Netzteil.

Michael Vogel