

■ Magnetischer Lotse

Mithilfe von Magnetfeldsensoren lassen sich Leitsysteme für Autos oder Flugzeuge aufbauen.

In verschiedenen Situationen im Luft- und Straßenverkehr profitieren die Verkehrsteilnehmer von Positionsdaten individueller Fahrzeuge, weil sich dadurch etwa

temperaturstabile Messbereich des Detektors liegt zwischen $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ und $+85\text{ }^{\circ}\text{C}$, seine Genauigkeit erreicht 1 Nanotesla.

Die Saarbrücker Forscher haben ihre Detektoren bereits auf den Flughäfen in Frankfurt, Thessaloniki und Saarbrücken-Ensim sowie auf einem Parkplatz im Großraum Saarbrücken getestet. Dort ist in jeden Stellplatz ein Magnetfeldsensor eingelassen. Mithilfe einer elektronischen Anzeigetafel können die Autofahrer nun schneller eine leere Parkbucht finden.

■ Energie für unterwegs

Ein tragbares Brennstoffzellensystem arbeitet mit handelsüblichem Flüssiggas.

Brennstoffzellen gelten als eine der wichtigen Technologien, wenn es um die zukünftige Energieerzeugung geht. Während Systeme für Gebäude oder Fahrzeuge jedoch noch im Erprobungsstadium sind, gibt es heute bereits portable Anwendungen, etwa für den Campingbereich, die allerdings in Unterhalt und Betrieb einen gewissen Aufwand erfordern. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Keramische Technologien und Systeme (IKTS) in Dresden haben nun eine einfach aufgebaute, tragbare Brennstoffzelle entwickelt, die mit Propangas arbeitet und ohne Wassermanagement auskommt. Der Prototyp, den das IKTS als seriennahe Studie verstanden wissen will, erbringt im Dauerbetrieb eine Leistung von 100 W und ist nicht größer als ein Schuhkarton mit jeweils 30 cm Länge und Breite. Seine Masse liegt bei gut 8 kg, der Wirkungsgrad bei etwa 20 Prozent. Mit einer 475 g fassenden Kartusche Flüssiggas läuft das System etwa zwölf Stunden.

Das Herzstück bildet eine planare Hochtemperatur-Brennstoffzelle (SOFC: Solid Oxid Fuel Cell), als Elektrolyt dient eine $90\text{ }\mu\text{m}$ dünne Keramiksicht aus dotiertem Zirkonoxid, die für Sauerstoffionen bei hohen Temperaturen durchlässig wird. Anodenseitig ist auf die

Keramikfolie ein Nickelkatalysator aufgedruckt, kathodenseitig ein Keramik-katalysator. Dank des Nickels kann die SOFC auch Kohlenmonoxid oxidieren, ist also im Betrieb nicht auf reinen Wasserstoff angewiesen. Weitere funktionale Schichten, zum Beispiel Stromabnehmer oder Dichtungen, sind ebenfalls aufgedruckt oder laminiert. Sie bestehen teils aus Metalllegierungen, teils aus Keramiken. Der komplette Brennstoffzellen-Stack hat die Größe eines Würfels mit 70 mm Kantenlänge; alle Fertigungsschritte sind auf eine Massenproduktion ausgelegt.

Den Rest des Systems füllen ein Reformier, ein Nachbrenner, Wärmetauscher sowie Isolationsmaterial aus, da die Brennstoffzelle eine Betriebstemperatur von $850\text{ }^{\circ}\text{C}$ hat.

■ Ionen gegen Wunden

Mikrowellen erzeugen sehr reine Plasmen für medizinische Zwecke.

Die Plasmamedizin gilt seit einigen Jahren als ein viel versprechendes Forschungsgebiet. Da es heute möglich ist, Plasmen bei Atmosphärendruck herzustellen, werden sie für Entkeimung und Wundbehandlung interessant. Ärzte halten es auch für möglich, dass sich Hauterkrankungen oder gar lokale Tumore künftig mit Plasmastrahlern therapieren lassen. Ohne Zweifel ist bis zu serienreifen Prototypen noch viel Entwicklungsarbeit zu leisten, aber anwendungsnahe Demonstratoren existieren bereits.

So hat eine Arbeitsgruppe um Holger Heuermann von der FH



Mit einem Plasmastrahler könnten sich künftig Wunden und Hauterkrankungen behandeln lassen.



Nachdem die Magnetfeldsensoren die parkenden Autos erfasst haben, weist eine Anzeigetafel auf freie Parklücken hin.

Zusammenstöße vermeiden oder leere Parkplätze schneller finden lassen. So kontrolliert zum Beispiel auf großen Flughäfen ein Bodenradar, dass die Maschinen nach der Landung das richtige Terminal ansteuern und genügend Abstand zueinander einhalten. Immer wieder treten dabei Situationen auf, die das einwandfreie Funktionieren solcher Lotsensysteme beeinträchtigen, etwa bei schlecht einsehbaren Stellen oder bei Nebel. Physiker der Universität des Saarlandes haben nun Magnetfelddetektoren entwickelt, mit denen sich solche Überwachungs- und Steuerungsaufgaben einfach und günstig erledigen lassen.

Die Wissenschaftler nutzen dazu die Veränderungen, die ferromagnetische Körper – Autos oder Flugzeuge – lokal auf das Erdmagnetfeld ausüben. Die Sensoren beruhen auf dem Prinzip des Riesenmagnetowiderstands oder dem des anisotropen magnetoresistiven Effekts und messen dazu die drei Komponenten des Erdmagnetfeldes. Die Detektion erfolgt nach dem in der Regelungstechnik weit verbreiteten Closed-Loop-Prinzip, bei dem ein Strom einen magnetischen Fluss erzeugt, der genauso groß ist wie der gemessene magnetische Fluss in den Sensoren, aber ihm entgegen gerichtet ist. Der

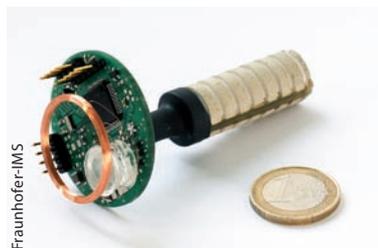
Aachen einen Plasmastrahler entwickelt, der mit Hochfrequenztechnik funktioniert. Er arbeitet bei 2,5 GHz und besteht im Kern aus einem Koaxialleiter, der gegen Masse geschaltet ist. An ihn ist ein Draht angekoppelt, dessen Form und Abstand die Forscher mithilfe einer Finite-Elemente-Berechnung optimierten. Die prozessorbasierte Ansteuer-elektronik für den Plasmastrahler ist beim derzeitigen Demonstrator extern, ließe sich aber problemlos zusammen mit der Plasmaquelle in ein Gehäuse integrieren. Das des Demonstrators ist 12 cm lang und knapp 2 cm im Durchmesser.

Durch die 2,45-GHz-Mikrowellen kommt es zur Gasentladung in der Nähe des Drahtes, sodass sich das Plasma durch Stoßionisation bildet. Die Stärke des Aachener Verfahrens ist die hohe Reinheit des Plasmas: Vergleichbare Technologien, die im Megahertzbereich arbeiten, führen nur zu einer Bogenentladung; in den resultierenden Plasmen treten auch Ionen der Elektrode auf. Des Weiteren arbeitet das Aachener Gerät mit 2,45 GHz in einem Frequenzband, für das nur eine allgemeine Zulassung erforderlich ist.

■ Rostwache im Beton

Korrosionsschäden an Brücken sind dank Ionensensoren frühzeitig erkennbar.

Streusalz kann Betonbrücken ziemlich zusetzen. Es löst sich in Wasser und bildet Ionen, die spätestens bei Tauwetter in den Beton eindringen. Nach und nach bauen sie in ihm die etwa 5 cm dicke alkalische Schutzschicht ab, bevor sie den Baustahl erreichen. Beginnt dieser zu rosten, kommt es zu ernsthaften Schäden an der Bausubstanz, die letztlich die Stabilität einer Brücke gefährden. Bislang gibt es keine effektiven Tests, mit denen sich ermitteln ließe, welchen Schaden die Ionen bereits angerichtet haben. Bauarbeiter klopfen daher den Stahlbeton einfach mit dem Hammer ab, um verdächtige Hohlstellen zu identifizieren.



Prototyp eines Rostdetektors: Antenne und Elektronik lassen sich beim künftigen Produkt in ein kleines Gehäuse integrieren.

Die Materialprüfanstalt für das Bauwesen (MPA) in Braunschweig und das Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme (IMS) in Duisburg haben nun einen Weg gefunden, wie sich die Ioneneindringtiefe permanent überwachen lässt. Hierfür hat die MPA einen Sensor entwickelt, den das IMS in ein passives Transpondersystem integriert hat.

Der Sensor besteht aus mehreren Drahtschlingen, die in Nuten auf eine Keramik aufgezogen werden. Über Widerstände unterschiedlicher Größe sind sie parallel an zwei Leitungen angeschlossen, über die das Spannungssignal zur Verarbeitungslogik gelangt. Die Eisendrähte haben einen Durchmesser von weniger als 100 μm und korrodieren schnell, wenn sie mit Salzionen in Berührung kommen: Der Draht rostet durch, sodass kein Strom mehr fließt. Dies macht sich im Spannungssignal bemerkbar. Da die Widerstände, die mit den Drähten in Reihe geschaltet sind, eine unterschiedliche Größe haben, lässt sich mit dem senkrecht zur Oberfläche in den Beton eingesetzten Sensor erfassen, wie tief die Ionen bereits eingedrungen sind. Ein Mikrocontroller verarbeitet die Messwerte und gibt sie über einen passiven Transponder per Induktion zusammen mit einer Identifikationsnummer des Detektors an ein mobiles Lesegerät weiter, wenn es in 20 bis 30 cm Entfernung an der Brücke entlang bewegt wird.

Derzeit laufen Feldversuche an einer Versuchsbrücke. Interessenten aus der Industrie gibt es bereits.

Michael Vogel