

FORSCHUNG KOMPAKT

10 | 2014 ||

1 Parodontose-Erreger bekämpfen

12 Millionen Deutsche leiden an Parodontose. Wird die Entzündung nicht behandelt, droht Zahnverlust. Doch sie steht auch im Verdacht, viele Erkrankungen wie Herz-Kreislaufschädigungen auszulösen. Forscher untersuchen die Wechselwirkungen und entwickelt Wirkstoffe, um die Parodontose-Erreger zu bekämpfen.

2 Neue Fahrzeugantriebe entwickeln

Automotoren, sei es mit Benzin, Diesel oder Strom betrieben, verpuffen viel Energie. Forscher arbeiten daran, diese Verschwendung einzudämmen. Moderne Prüfeinrichtungen helfen ihnen dabei, den gesamten Entwicklungsprozess der Motoren zu optimieren. Im Labor haben sie den Wirkungsgrad bereits um bis zu 10 Prozent erhöht.

3 Miniaturkamera verspricht weniger Unfälle

Nur wenige Kubikmillimeter misst ein neuartiges Mikrokameramodul, das bald in künftige Fahrerassistenzsysteme integriert werden könnte, um Autofahrer in kritischen Situationen zu unterstützen. Der Winzling lässt sich platzsparend ins Fahrzeug einbauen. Dank einer speziellen Verkapselung arbeitet er besonders zuverlässig.

4 Gold und Stahl – schnell und genau analysiert

Optische Emissionsspektrometer gehören in der Stahlindustrie zur Standardausstattung. Allerdings sind die Geräte bislang recht groß. Ein neuartiger Sensor ermöglicht nun, die Spektrometer um ein Vielfaches zu verkleinern. Weiterer Vorteil: Die Messungen sind genauer und doppelt so schnell wie bisher.

5 Minimalinvasive Eingriffe: Per Hydraulik operieren

Operationen mit dem Endoskop sind anspruchsvoll und verlangen von Chirurgen ein hohes Maß an Fingerfertigkeit. Endoskopische Instrumente mit hydraulischem Antrieb sollen Ärzte künftig bei minimalinvasiven Eingriffen unterstützen. Sie lassen sich besonders feinfühlig bedienen und vereinfachen das sichere Greifen von Gewebe.

6 Effizientere Materialien für Transformatoren

Transformatoren stecken in nahezu jedem Elektrogerät. Wichtiger Werkstoff bei ihrem Bau sind Elektrobleche. Forscher haben einen Weg gefunden, die Bleche leistungsfähiger zu machen und effizienter zu produzieren. Dabei kommt ein optimiertes Laserverfahren zum Einsatz.

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 67 Institute und Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. Rund 23 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von zwei Milliarden Euro. Davon erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft etwa 70 Prozent aus Aufträgen der Industrie und öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Die internationale Zusammenarbeit wird durch Niederlassungen in Europa, Nord- und Südamerika sowie Asien gefördert.

Impressum

FORSCHUNG KOMPAKT der Fraunhofer-Gesellschaft | Erscheinungsweise: monatlich | ISSN 0948-8375 | Herausgeber und Redaktionsanschrift: Fraunhofer-Gesellschaft | Kommunikation | HansasträÙe 27c | 80686 München | Telefon +49 89 1205-1302 | presse@zv.fraunhofer.de | Redaktion: Beate Koch, Britta Widmann, Janine van Ackeren, Tina Möbius, Tobias Steinhäuber | Abdruck honorarfrei, Belegexemplar erbeten. Alle Pressepublikationen und Newsletter im Internet auf: www.fraunhofer.de/presse. FORSCHUNG KOMPAKT erscheint in einer englischen Ausgabe als RESEARCH NEWS.

Parodontose-Erreger bekämpfen

FORSCHUNG KOMPAKT

10 | 2014 || Thema 1

Wenn beim Zähneputzen oder beim Biss in einen Apfel das Zahnfleisch blutet, könnte dies auf eine Parodontitis hindeuten – eine entzündliche Erkrankung des Zahnhalteapparats. Bakterielle Plaque greift den Knochen an, der Zahn kann sich mit der Zeit lockern. Bleibt die Erkrankung unbehandelt, droht Zahnverlust. Die Parodontitis, umgangssprachlich auch Parodontose genannt, ist aber auch ein Krankheitsherd für den gesamten Körper: Gelangen die zum Teil sehr aggressiven Bakterien in den Blutkreislauf, können sie weitere Schäden anrichten. Medizinische Studien belegen Wechselwirkungen zwischen Parodontose-Erregern und verschiedenen Erkrankungen wie Herz-Kreislaufschädigungen, rheumatoider Arthritis und chronisch obstruktiver Lungenerkrankung (COPD). Nachgewiesen ist, dass Betroffene ein erhöhtes Risiko für eine Verengung der Herzkranzgefäße, aber auch für Alzheimer haben.

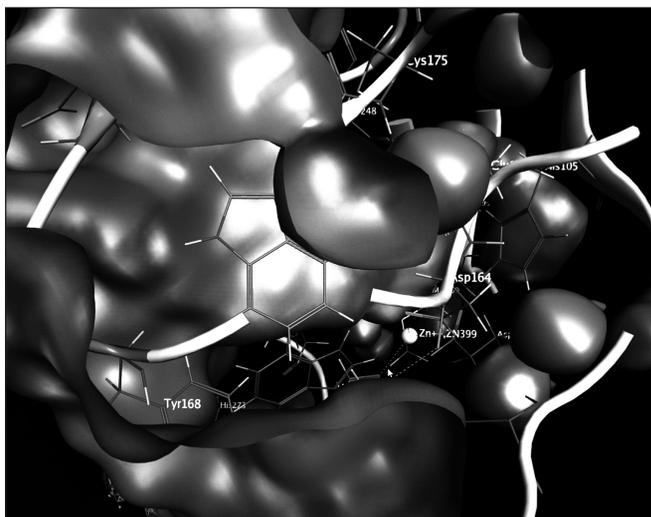
Laut Weltgesundheitsorganisation (WHO) leiden rund 60 Prozent aller Erwachsenen unter behandlungsbedürftigen Zahnfleischentzündungen, eine bedenklich hohe Zahl. Im EU-Projekt TRIGGER widmen sich elf europäische Forschungsorganisationen aus neun Ländern der Volkskrankheit. Sie untersuchen den Einfluss von Parodontitiserregern auf die genannten Erkrankungen. Ziel ist es, Zusammenhänge zwischen der Parodontose und anderen entzündlichen Erkrankungen zu erklären und nachzuweisen, dass eine effektive Mundhygiene und Behandlung der Parodontose den allgemeinen Gesundheitszustand verbessern kann. Eine besondere Aufgabe im Verbundprojekt hat die Projektgruppe für Molekulare Wirkstoffbiochemie und Therapieentwicklung des Fraunhofer-Instituts für Zelltherapie und Immunologie IZI übernommen: die Forscher der Außenstelle des IZI in Halle/Saale sollen Wirkstoffe entwickeln, mit denen sich die krankhaften Mundkeime effektiv behandeln lassen. Die Hallenser erhalten für diese Aufgabe ein Zehntel des Gesamtförderetats von 7,8 Millionen Euro. Die Kompetenz der Gruppe liegt im Identifizieren pathologischer Mechanismen auf Proteinebene und der Optimierung von Wirkstoffen, basierend auf diesen Erkenntnissen.

»Wir suchen nach Wirkstoffen, um das hochtoxische Bakterium *Porphyromonas gingivalis* zu bekämpfen. Dieser aggressive Haupterreger bewohnt die Zahnfleischtaschen. Er ist verantwortlich für die Gingivitis, also die Zahnfleischerkrankung im Mund, aus der sich die Parodontose entwickeln kann«, sagt Prof. Dr. Hans-Ulrich Demuth, Leiter und Initiator der Projektgruppe in Halle. Der Protein-Experte führte lange Zeit eine Arbeitsgruppe »Wirkstoffforschung« an der Martin-Luther-Universität Halle und später am Leibniz-Institut für Naturstoffforschung in Jena. Während seiner Zeit als Vorstand des Biotechnologieunternehmens Probiobdrug AG entwickelte sein Team ein heute am Markt befindliches Konzept zur Behandlung von Altersdiabetes.

Porphyromonas gingivalis lebt vom Abbau des Kollagens im Mundbereich. Das Bakterium zerstört das Zahnfleischgewebe, indem es eiweißabbauende Enzyme aktiviert, und zwar kurz bevor sie im Mundbereich freigesetzt werden. Um diesen Mechanismus

anzustoßen, nutzt *Porphyromonas gingivalis* ein spezielles Enzym: die bakterielle Glutaminyl-Zyklase, die an der Proteinreifung beteiligt ist. Dieses Enzym haben die Hallenser Forscher vor Jahren in Säugern charakterisiert und neue Eigenschaften entdeckt. »Es spielt eine essentielle Rolle bei der Immunüberreaktion in Krankheitsbildern und ist bei entzündlichen Krankheiten wie etwa rheumatoider Arthritis, COPD und Alzheimer beteiligt. Es gibt hier offenbar einen grundsätzlichen Zusammenhang zwischen bestimmten bakteriellen Infektionen und verschiedenen entzündlichen Erkrankungen, der noch ungeklärt ist. Wir vermuten, dass die humane Glutaminyl-Zyklase zum Beispiel bei Alzheimer-Patienten eine für Nervenzellen besonders schädliche Variante des Amyloidbeta-Peptids bildet. Ein darauf basierendes Therapieprinzip gegen Alzheimer befindet sich inzwischen in klinischen Prüfungen. Im Fall der Gingivitis kann das Blockieren des bakteriellen Schlüssel-Enzyms den *Porphyromonas gingivalis*-Erreger verhungern lassen«, erläutert Professor Demuth. Der Biochemiker und sein Team suchen daher nach einem Hemmstoff, der die Aktivität des Enzyms herabsetzt.

Erste Erfolge kann die Hallenser Gruppe bereits vorweisen. Aus einem Paket von 20 Substanzen konnten sie einige hochwirksame Substanzen herausfiltern, die den Keim *Porphyromonas gingivalis* inzwischen im Zellkulturmodell um 95 Prozent an seinem Wachstum behindern. Demnächst starten tierexperimentelle Arbeiten. Doch bevor ein Präparat gegen Parodontose auf den Markt kommt, bedarf es noch einer Reihe von Maßnahmen. Zunächst steht die Optimierung der Substanzen an, bevor in klinischen Studien getestet werden kann, in welcher Form und Menge der Wirkstoff verabreicht wird. »Das ist ein langwieriger Prozess. Aber um Parodontose zu bekämpfen, reicht eine gute Mundhygiene allein nicht aus. Hier muss man zusätzlich medikamentös eingreifen und so auch verhindern, dass *Porphyromonas gingivalis* weitere entzündliche Erkrankungen auslöst«, so Demuth.



Seitliche Ansicht des aktiven Zentrums einer bakteriellen Glutaminyl-Zyklase. (© Fraunhofer IZI) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Neue Fahrzeugantriebe entwickeln

FORSCHUNG KOMPAKT

10 | 2014 || Thema 2

Lkw, Pkw und Motorräder sind Energieverschwender: Über 60 Prozent der in ihren Motoren durch den Kraftstoff erzeugten Energie gehen über das Abgas und das Kühlwasser verloren. Der größte Teil davon verpufft einfach als Wärme in die Umgebung. »Unter unseren Motorhauben wird Benzin, Diesel oder Strom verschwendet und über die Abgasanlage unnötig CO₂ in die Luft gepumpt«, sagt Dr. Hans-Peter Kollmeier vom Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT in Karlsruhe. In der Projektgruppe »Neue Antriebssysteme« geht er den Ursachen für diese Verschwendung auf den Grund. Zusammen mit anderen Forschern entwickelt er effiziente Antriebskonzepte für Fahrzeuge. Im Labor haben sie es bereits geschafft, den Wirkungsgrad von Pkw-Motoren um fünf und den von Nutzfahrzeugantrieben um bis zu zehn Prozent zu steigern.

Seit diesem Sommer stehen den Wissenschaftlern neue Prüfanlagen zur Verfügung. »Wir können am Standort Karlsruhe den gesamten Prozess der Antriebsentwicklung abbilden: von der Konstruktion, über die Simulation bis zum Versuch«, so Kollmeier. Ziel der Forscher ist es, die eingesetzten Technologien des Antriebsstranges so zu optimieren, dass die Kraftstoffersparnis optimal ist. Dafür muss man wissen, wie die einzelnen Komponenten in der Realität miteinander interagieren. »Mit den neuen Prüfmöglichkeiten sind wir diesem Ziel einen großen Schritt näher gekommen. Wir haben dadurch die Möglichkeit, den Antriebsstrang ganzheitlich zu testen und unsere Simulationen zu validieren«, so Kollmeier.

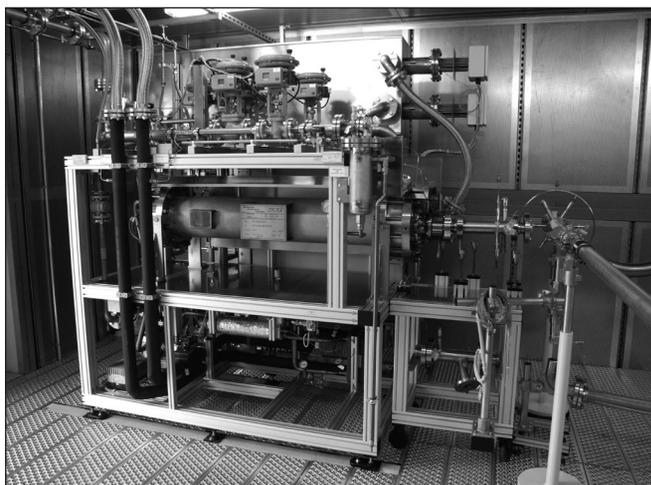
Herzstück der neuen Testinfrastruktur ist ein Motoren- und ein Heißgasprüfstand. Dort werden Motoren und deren Komponenten mechanisch und thermodynamisch analysiert. Ein Computer steuert die Anlagen und simuliert realistische Anwendungsszenarien. Zum Beispiel kann der Rechner virtuell hybride Antriebe (z.B. Elektromotoren) oder Systeme, die Restwärme nutzen, dazuschalten. Die Wissenschaftler analysieren, wie sich der Fahrzeugantrieb hinsichtlich Kraftstoffverbrauch und CO₂-Emissionen verhält. Hierzu simuliert Kollmeiers Team Fahrzeugtyp, Fahrstrecke oder Fahrweise entsprechend. Sind genug Daten gesammelt, bauen die Forscher Prototypen und ersetzen dann peu à peu die Simulationsmodelle durch reale Bauteile in der Prüfeinrichtung. Schritt für Schritt nähern sie sich so dem optimalen Antriebsstrang. Immer wichtiger werden dabei besonders leichte Werkstoffe.

Wenn es darum geht, Automotoren effizienter zu machen, kommt schnell der Begriff »Downsizing« ins Spiel. Er steht ganz allgemein dafür, den Hubraum des Motors zu verringern, ohne dass dies seine Leistungsfähigkeit reduziert. Durch die verringerte Reibleistung und den verbesserten thermodynamischen Prozess können dadurch Kraftstoffverbrauch und CO₂-Emissionen reduziert werden. In der Regel kommen in Downsizing-Konzepten Turbolader zum Einsatz, die in den Ansaug- und Abgastrakt integriert werden. Diese schneckenförmigen, bei Pkw etwa 15 Zentimeter großen,

Bauteile saugen Luft an und drücken diese in den Verbrennungsmotor hinein. So wird dem Motor mehr Frischluft zugeführt, wodurch pro Volumeneinheit eine größere Menge Kraftstoff verbrannt werden kann. Aufgrund des dadurch erzielten höheren Zylinderdrucks wird dann für den gleichen Hubraum eine höhere Motorleistung erzielt. Angetrieben wird der Turbolader von den Abgasen des Fahrzeugs. Am Heißgasprüfstand testen die Wissenschaftler ihre Turbolader. In dieser Anlage wird durch einen Erdgasbrenner ein bestimmter Abgasmassenstrom generiert, der dem eines Verbrennungsmotors entspricht. Der Brenner lässt sich sehr exakt einstellen, um zu analysieren, wie sich kleinste Veränderungen der Randbedingungen auf den Turbolader auswirken.

»Der Turbolader ist der klassische Ansatz, den Wirkungsgrad von Motoren zu verbessern. Man nutzt einen Teil der Energie, der über die Abgase verpufft. Aber ihm sind Grenzen gesetzt. Dampfkreisprozesse können hier beispielsweise weiterhelfen«, sagt Kollmeiers Kollege Dr. Sascha Merkel. Hierbei wird ein flüssiges Arbeitsmedium (z.B. Wasser oder Ethanol) durch die Restwärme erhitzt. Es verdampft und treibt eine kleine Turbine an, die wiederum mechanische Energie erzeugt. Der Zugewinn lässt sich dann entweder direkt auf die Kurbelwelle übertragen oder durch einen Generator in elektrische Energie umwandeln, um diese dann in den Stromkreislauf einzuspeisen – z.B. in Bordnetze von Pkw. Am Heißgasprüfstand untersuchen die Forscher, wie sich einzelne Komponenten der Minikraftwerke bei unterschiedlichen Rahmenbedingungen verhalten.

Die Wissenschaftler sind eng mit anderen Antriebsexperten aus Forschungsinstituten und den Entwicklungsbereichen der Automobilhersteller vernetzt. »Selbstverständlich ist speziell der Kontakt zur Fahrzeugindustrie sehr groß. Die Entwicklung der Antriebskonzepte läuft in enger Abstimmung mit den Motorenherstellern. Die direkte Anwendung der Forschungsergebnisse in der Praxis steht im Vordergrund«, so Kollmeier.



An einem neuen Heißgasprüfstand testen die Forscher Restwärmennutzungssysteme und Turbolader. Ihr Ziel ist es, effizientere Antriebskonzepte für Pkw und Lkw zu entwickeln. (© Fraunhofer ICT) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Miniaturkamera verspricht weniger Unfälle

FORSCHUNG KOMPAKT

10 | 2014 || Thema 3

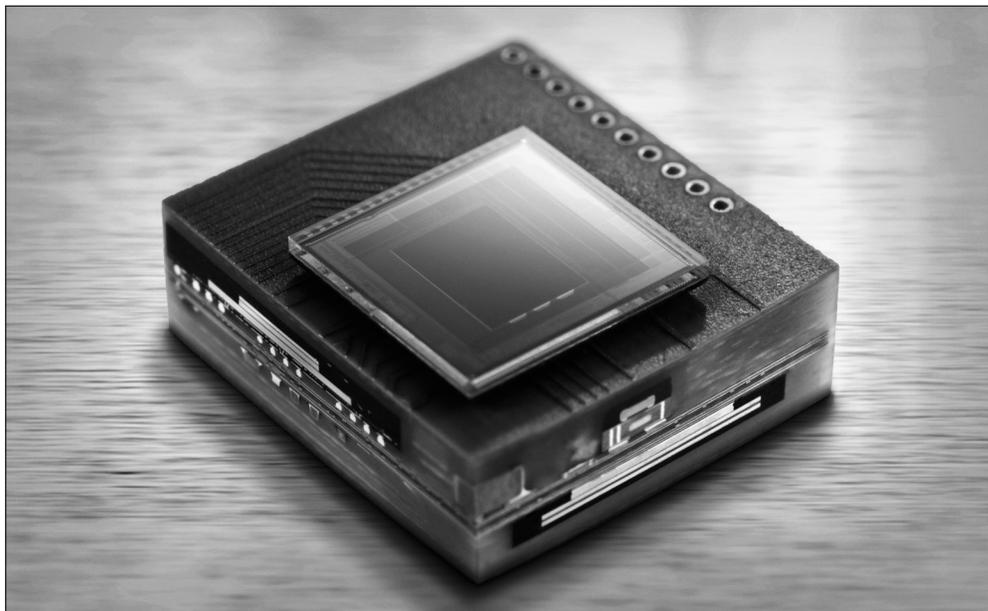
Oft sind es nur Bruchteile von Sekunden, die über Autounfälle entscheiden: Ein kurzer Moment des Abgelenktseins, Übermüdung oder Unaufmerksamkeit – es gibt viele Gründe, warum die Zahl der Unfälle in Deutschland vor allem auf Autobahnen hoch ist. Laut Angaben des Statistischen Bundesamts stieg die Zahl der Todesopfer auf deutschen Autobahnen 2013 im Vergleich zum Vorjahr um mehr als acht Prozent. Fahrerassistenzsysteme könnten viele dieser Unglücke vermeiden helfen oder zumindest reduzieren. Mikrokameras sind unverzichtbare Helfer: Sie registrieren mögliche Gefahren bereits dann, wenn der Fahrer sie noch gar nicht wahrgenommen hat, und können ihn so frühzeitig warnen.

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM in Berlin entwickelten ein Mikrokameramodul, das dies leisten soll. Die Kamera erkennt beispielsweise Verkehrsschilder, die gerade auf der Autobahn leicht übersehen werden und so zu schwerwiegenden Unfällen führen können. Eine Besonderheit des Systems: Im Gegensatz zu auf dem Markt üblichen Fahrerassistenzsystemen erfolgt die Verarbeitung des Bildmaterials und somit die Interpretation der Verkehrsschilder direkt in der Kamera, da sie mit einem integrierten Prozessor zur Bildverarbeitung ausgestattet ist. Nachdem der eingebaute Imagesensor die Bilder aufgenommen hat, wertet der Prozessor die Frames aus. »Das Video selbst muss nicht mehr, wie bisher üblich, ausgelesen und durch ein zwischengeschaltetes System analysiert werden. Stattdessen werden nur noch die entsprechenden Signale übertragen«, sagt Andreas Ostmann, Diplomphysiker und Gruppenleiter am IZM. Der Vorteil für die Verkehrszeichenerkennung: Das zu übertragende und zu verarbeitende Datenvolumen fällt um ein Vielfaches kleiner aus. Da sich die Erkennung der Zeichen an alle landestypischen Verkehrsschilder anpassen lässt, gibt es hinsichtlich des Einsatzgebietes keinerlei Beschränkungen: Stopp-Schilder erkennt die Mikrokamera ebenso wie Geschwindigkeitsbegrenzungen, Überholverbote oder Einbahnstraßenschilder. Beispielsweise durch eine Anzeige im Armaturenbrett könnte sie den Fahrer informieren und dadurch den Fahrkomfort und die Sicherheit verbessern.

Mit einer Größe von nur 16x16x12 Kubikmillimetern inklusive Optik und 16x16x4,6 Kubikmillimetern ohne Optik ist das Mikrokameramodul kleiner als aktuell verbaute Assistenzsystemkameras mit Kantenlängen von 20x20x20 Kubikmillimetern (ohne Optik). Möglich wurde diese Miniaturisierung durch die Expertise der IZM-Forscher im Bereich der Aufbau- und Verbindungstechnik. Insgesamt 72 passive und 13 aktive Komponenten wie LEDs, Gleichspannungswandler, Speicherchip, Imagesensor und Imageprozessor mussten besonders platzsparend in dem Modul platziert werden. Dies ist den Forschern gelungen: Das Volumen der Kamera konnte auf gerade einmal 3 Kubikzentimeter mit Optik und auf 1,2 Kubikzentimeter ohne Optik reduziert werden.

Ein weiterer Vorteil des neu entwickelten Moduls: Alle Bauteile sind direkt in die Leiterplatte aus Glasfaser und Epoxidharz integriert. Experten nennen diese Aufbautechnik »Embedding«. Durch diese Verkapselung der elektronischen Komponenten ist die Mikrokamera unempfindlich gegenüber Rüttlern auf unebenen Straßen.

»Unser System lässt sich nicht nur einsetzen, um Verkehrszeichen zu detektieren. Wenn man die integrierte Software entsprechend programmiert, ist auch das Erkennen von Fahrbahnmarkierungen möglich. In dem Fall wird die Kamera mit einem Spurhalteassistenten kombiniert. Da sie auch die Bewegungserkennung beherrscht und Objekte wie Tiere, Personen und deren Position detektiert, ließe sie sich mit einem Bremsassistenten oder Fußgängerschutz koppeln«, führt Ostmann aus. Ein weiteres Szenario: Am Armaturenbrett montiert könnte das Miniatursystem den Innenraum von Fahrzeugen überwachen und vor Sekundenschlaf warnen. Stellt die Kamera fest, dass die Augen des Fahrers etwas länger als eine Sekunde geschlossen sind, wird Alarm ausgelöst. Weitere mögliche Anwendungen für die Miniatürkamera könnten Diebstahlschutz und Qualitätskontrolle sein. Hierfür müssen lediglich die Bildverarbeitungsalgorithmen entsprechend angepasst werden.



Das Mikrokameramodul im Querschnitt mit dem auf der Leiterplatte montierten Imagesensor.
(© Fraunhofer IZM) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Gold und Stahl – schnell und genau analysiert

FORSCHUNG KOMPAKT

10 | 2014 || Thema 4

Gold ist teuer. Kunden möchten daher beim Kauf eines Schmuckstücks sichergehen, dass der begehrte Ring oder die Kette auch wirklich aus dem edlen Metall besteht. In Indien müssen Juweliere per Gesetz ein optisches Emissionsspektrometer zur Hand haben: Anhand des Lichtspektrums der einzelnen Bestandteile des Materials prüfen sie Gold auf seine Echtheit. Die Hauptanwender der Geräte sind allerdings nicht Goldschmiede. In Stahlwerken und Produktionshallen der Automobilindustrie helfen sie den Ingenieuren, die Beschaffenheit des Stahls zu untersuchen und ihn auf seine Bestandteile und seine Qualität hin zu überprüfen. Bislang sind die Geräte allerdings recht groß – zumindest, wenn sie eine gute Auflösung haben sollen.

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS entwickelten in Duisburg einen Sensor, mit dem die Optik dieser Geräte deutlich schrumpft. »Waren die hochauflösenden Spektrometer bislang etwa so groß wie eine Waschmaschine, dürften sie mit unserem Sensor nur noch die Größe eines Mikrowellenofens haben«, sagt Werner Brockherde, Abteilungsleiter am IMS. Doch das ist nicht der einzige Vorteil des neuen Sensors: Die Ergebnisse, die er liefert, sind genauer als bisher, und liegen etwa doppelt so schnell vor. Das kann beispielsweise bei der Qualitätskontrolle in der Automobilindustrie wichtig sein.

Zeitliche und örtliche Messung – erstmals in einem Sensor vereint

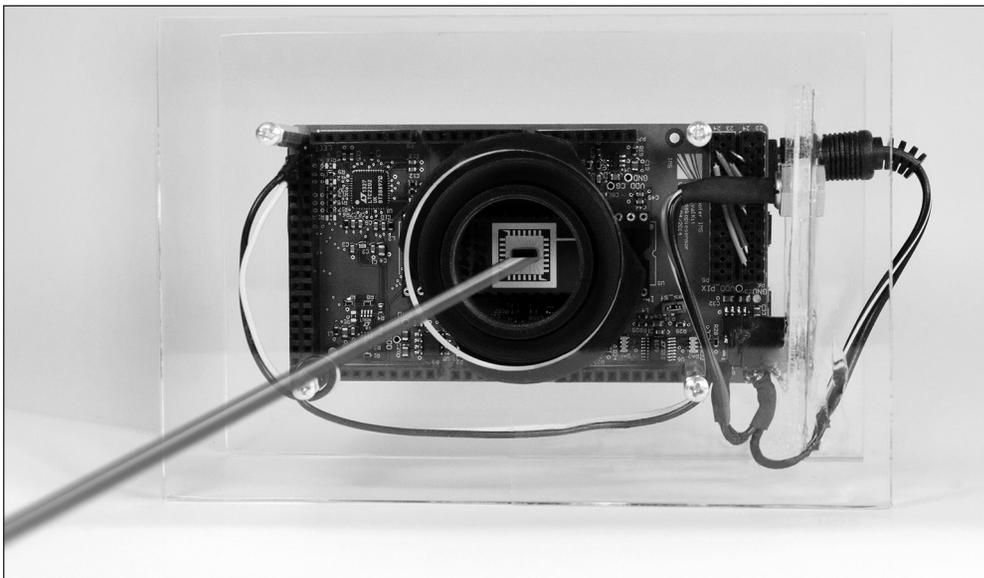
Um zu verstehen, wie die Forscher das Gerät derart miniaturisieren konnten, muss man zunächst einen Blick in sein Inneres werfen. Soll das Spektrometer beispielsweise ein Stück Stahl untersuchen, erzeugt es in regelmäßigen Abständen Funken. Diese schlagen einige Teilchen aus dem Metall heraus und erzeugen ein farbig leuchtendes Plasma. Das Licht des Plasmas wird in zwei Strahlengänge aufgeteilt, wie bei einem Regenbogen in die einzelnen Wellenlängenbereiche zerlegt und getrennt untersucht: Im ersten Strahlengang erfassen CCD-Zeilensensoren – lichtempfindliche elektronische Bauelemente – das komplette Spektrum. Dieses verrät, welche Teilchen in welcher Konzentration in dem Plasma umherschwirren, und damit auch, aus welchen Bestandteilen der untersuchte Stahl besteht. Experten sprechen dabei von einer orts aufgelösten Messung. Im zweiten Strahlengang werden nur einzelne Spektrallinien erfasst – allerdings so, dass das Gerät das Licht des Plasmas von dem der Funken unterscheiden kann. Bislang laufen die orts- und zeitaufgelösten Messungen getrennt voneinander. »Mit unserem auf Halbleitern basierenden (CMOS) Sensor können wir diese beiden Untersuchungen erstmals vereinen. Wir brauchen also nur noch einen Strahlengang und damit auch nur noch eine Optik«, sagt Brockherde.

Der neue Photodetektor macht das Spektrometer schneller: Er hat eine etwa 100-fach größere Dynamik als herkömmliche Sensoren. Signale im Bereich einiger Mikrovolt kann er in einem Rutsch mit Ausschlägen von einigen hundert Millivolt messen. Bisher waren

dazu mehrere Messungen nötig. Die Schnelligkeit der Messung ist allerdings nur ein Vorteil, den diese hohe Dynamik mit sich bringt: »Da wir das komplette Spektrum nun mit einer einzigen Pulsserie messen können, steigt auch die Genauigkeit der Untersuchung«, so Brockherde.

Demonstrator auf der Messe Vision

Einen Demonstrator des Sensors stellen die Forscher auf der Messe Vision vom 4. bis 6. November in Stuttgart vor (Stand 1H74). Auch ein zugehöriges Evaluierungs-Kit können sie interessierten Entwicklern zur Verfügung stellen. »Der Markt der Spektroskopie-Hersteller ist überwiegend in deutscher Hand«, erläutert der Wissenschaftler. »Mit unserem Sensor, der in Deutschland entwickelt und gefertigt wird – und nicht weltweit verfügbar ist – können die Hersteller ihren derzeitigen Wettbewerbsvorteil weiter sichern.«



Emissionsspektrometer erkennen Materialien an ihrem Lichtspektrum. Neuartige Sensoren machen die Prüfgeräte immer kleiner, genauer und schneller. (© Fraunhofer IMS) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Minimalinvasive Eingriffe: Per Hydraulik operieren

FORSCHUNG KOMPAKT

10 | 2014 || Thema 5

Bei minimalinvasiven Eingriffen verzichten Chirurgen auf große Schnitte und wählen stattdessen schonendere »Schlüsselloch«-Verfahren, die den Körper des Patienten weniger strapazieren. Untersuchungen der Lunge, der Speiseröhre oder der Gelenke, aber vor allem Operationen im Bauchraum werden mit dieser Methode durchgeführt. Ein oder zwei kleine Schnitte in die Bauchdecke genügen, damit Chirurgen die Instrumente einführen und die Organe mit einem Endoskop sichtbar machen können.

Die Operationstechniken wurden in den vergangenen Jahren in rasantem Tempo weiterentwickelt. Nicht so die Werkzeuge: Je nach Ausführungsform lässt sich die Endoskopspitze abwinkeln. Die dafür notwendige Kraftübertragung erfolgt über Seilzüge, Experten nennen sie Bowdenzüge. Moderne Endoskope sind zusätzlich mit kleinen Zangen, Klemmen oder Scheren ausgestattet, etwa um Gewebeproben zu entnehmen. Auch diese Miniaturwerkzeuge werden mechanisch gesteuert: Die Seilzüge übertragen die Handbewegungen des Operateurs am einen Ende an die Miniaturinstrumente am anderen Ende. »Das erfordert viel Geschick und auch Kraft seitens des Operateurs. Im Prinzip hat sich diese Antriebsvariante seit Beginn der Endoskopie nicht geändert«, sagt Timo Cuntz, Wissenschaftler der Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie PAMB in Mannheim, die zum Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA gehört.

Hydraulische Flüssigkeit ersetzt Seilzüge

»Durch das Bewegen der Bowdenzüge entsteht Reibung, dadurch wiederum geht Kraft verloren. Die Greifkraft, die an der Spitze ankommt, ist relativ gering. Der Chirurg kann das Gewebe daher weniger präzise manipulieren.« Antriebe mit einer niedrigen Reibung und einer hohen Kraftdichte könnten den Arzt hingegen entlasten. Eine Alternative zu dem mechanischen Ansatz per Bowdenzug sind hydraulische Instrumente. »Bei unseren Tests haben sich Werkzeuge mit hydraulischem Antrieb als vielversprechend erwiesen. Der Chirurg kann sie viel feinfühler bedienen«, sagt der Ingenieur. Eine sterile, biokompatible Flüssigkeit aus medizinischem Weißöl in einem Kunststoffschlauch ersetzt die Seilzüge. Hydraulische Zylinder oder Muskeln, die der Chirurg per Handgriff bewegt, üben den erforderlichen Druck auf die Flüssigkeit aus und schieben sie in der Hydraulikleitung gegen einen zweiten Zylinder mit Feder, der wiederum die Endoskopspitze oder das chirurgische Instrument bewegt. Der Vorteil: Der Reibungsverlust ist viel geringer, die Greifkraft fällt höher aus. Bis zu 50 Newton können die Forscher erzielen. Das System, das der Forscher gerne mit einer Hydraulikbremse beim Mountainbike vergleicht, lässt sich wahlweise auch an eine Pumpe anschließen, die den erforderlichen Druck erzeugt, um Gewebe gezielt zu trennen oder zu entnehmen.

Der hydraulische Antrieb spielt seine Stärke vor allem dann aus, wenn es darum geht, die Kraft nicht nur auf geraden, sondern auf langen, gekrümmten Strecken – etwa durch den Verdauungstrakt – bis zur Spitze des Instruments zu übertragen. Entsprechend flexibel können auch die Zuleitungen gestaltet werden. Schläuche mit sehr kleinen Durchmessern und kleinen Biegeradien sind möglich. Derzeit fertigen Cuntz und seine Kollegen am PAMB ein endoskopisches Instrument mit einem Außendurchmesser von gerade einmal drei Millimeter. Solche Werkzeuge mit hydraulischem Antrieb eignen sich idealerweise für NOTES-Operationen. NOTES steht für Natural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery, also eine Technik, bei der Chirurgen natürliche Körperöffnungen nutzen, um in die Körperinnenräume wie den Magen zu gelangen, um auf diesem Weg den Blinddarm zu entfernen.

Wie zuverlässig das neuartige Antriebskonzept funktioniert, zeigten Dauertests sowohl mit einfach aufgebauten starren Endoskopspitzen und Greifinstrumenten; aber auch Labormuster mit flexiblen Spitzen liegen vor. Vom 12. bis 15. November präsentiert die Mannheimer Forschergruppe um Timo Cuntz auf den Messen Compamed (Halle 08a, Stand K38) und Medica (Halle 10, Stand G05) in Düsseldorf mehrere Demonstratoren mit hydraulischem Antrieb, darunter ein endoskopisches Instrument mit einer Zange, die sich in alle Richtungen abwinkeln lässt. Sechs integrierte Zylinder sorgen für die erforderliche Kraftübertragung.



Hydraulische Instrumente entlasten Chirurgen bei der Arbeit mit dem Endoskop. Die Greifkraft an deren Spitze ist höher, die Ärzte können präziser operieren. (© Fraunhofer IPA) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Effizientere Materialien für Transformatoren

FORSCHUNG KOMPAKT

10 | 2014 || Thema 6

Transformatoren wandeln die Netzwechselspannung aus der Steckdose in die Betriebsspannung der Geräte um. Auch in Umspannwerken kommen sehr leistungsstarke Transformatoren zum Einsatz, um die Hochspannung in die für den Hausgebrauch übliche Netzspannung zu wandeln. Aufgebaut sind sie aus zwei Eisenkernen, um die jeweils unterschiedlich lange Drähte gewunden sind – Spulen. Die eine Spule erzeugt ein Wechselmagnetfeld, die andere durch das Magnetfeld wieder Spannung. Um Energieverluste bei diesem Prozess möglichst gering zu halten, kommen als Kernmaterial speziell bearbeitete Elektrobleche zum Einsatz. In ihrem »Urzustand« weisen diese Eisen-Silizium-Legierungen eine kornorientierte Gefügestruktur auf, welche die magnetischen Eigenschaften bestimmt.

»Kornorientiert« bedeutet, die Einzelkristalle im Material – auch Körner genannt – sind in einer regelmäßigen periodischen Abfolge angeordnet. »Durch eine gezielte Wärmebehandlung lassen sich Bereiche gleicher magnetischer Orientierung verkleinern. Dadurch ändert sich wiederum die magnetische Struktur des Blechs. Es kommt zu einer geringeren Wärmeentwicklung und damit auch zu weniger Ummagnetisierungsverlusten im Material«, erläutert Dr. Andreas Wetzig, Abteilungsleiter Laserabtragen und -trennen am Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS in Dresden, die komplexen Vorgänge im Werkstoffinneren. Als Verfahren hat sich seit vielen Jahren eine Behandlung mit Laserstrahlen etabliert. Während sich das rund einen Meter breite Bandmaterial mit einer Geschwindigkeit von mehr als 100 Meter pro Minute bewegt, werden quer zur Bandlaufrichtung fokussierte Laserstrahlen im Abstand von einigen Millimetern mit sehr hoher Geschwindigkeit (ca. 200 Meter pro Sekunde) über den Werkstoff geführt.

Laserstrahlen flexibel steuern

Diesen Prozess haben die Dresdner Wissenschaftler optimiert: »Uns ist es gelungen, den Laser so abzulenken, dass wir die Abstände zwischen den Laserstrahlen flexibel steuern und anpassen können«, erklärt Wetzig. Um dies zu erreichen, setzen die Forscher beispielsweise Galvanometerscanner ein. Das sind elektromagnetisch angetriebene Drehachsen, an deren Ende sich ein Spiegel zur Ablenkung von Laserstrahlen befindet. Das macht das Bearbeitungsverfahren flexibler und es lässt sich an individuelle Bedingungen anpassen, etwa die Qualität des Ausgangsmaterials. Auch die Produktionsgeschwindigkeit kann variiert werden. Ziel der Forscher ist vor allem, die Laserbearbeitung leichter in bestehende Produktionsumgebungen integrieren zu können. Das spart Zeit und Kosten.

Zudem setzen die Wissenschaftler seit kurzem einen neuen Lasertyp ein, der die Verlustleistung innerhalb des Elektroblechs noch weiter reduzieren soll: Einen Faserlaser, der zur Gruppe der Festkörperlaser gehört. »Unsere bisherigen Ergebnisse sind vieler-

sprechend, da die Wärmeabsorption besser ist als bei den üblicherweise verwendeten CO₂-Lasern«, so Wetzig. Statt der bisher üblichen zehn lassen sich die Ummagnetisierungsverluste damit um bis zu 15 Prozent reduzieren. Das optimierte Verfahren wird derzeit bei einem ersten Kunden implementiert.

Bis zu einem Viertel weniger Stromverbrauch möglich

Aktuell arbeiten die Experten vom IWS am nächsten Schritt: Sie wollen ihre Technologie künftig auch auf Elektrobleche für Motoren ausweiten. Diese Werkstoffe weisen jedoch eine andere, nicht kornorientierte Struktur auf und haben demzufolge auch andere magnetische Eigenschaften. »Daher lässt sich unser Verfahren nicht einfach eins zu eins übertragen«, erklärt Wetzig. Im Fall der Laserbehandlung von nichtkornorientierten Elektroblechen hängen die erreichbaren Vorteile vom Arbeitspunkt des jeweiligen Motors ab. Der Arbeitspunkt ist der Schnittpunkt der Drehmoment/Drehzahl-Kennlinien von Antriebsmaschine und Arbeitsmaschine. Für Hochleistungsantriebe wie beispielsweise Fahrmotoren, die mit hoher Drehzahl betrieben werden, ergeben sich um einige Prozent verringerte Verluste. Bei elektrischen Antrieben mit hohen Drehmomenten wie Motoren für Pumpen lässt sich der Stromverbrauch bis zu einem Viertel reduzieren.



Ein Wissenschaftler entnimmt Elektroblechproben aus der Versuchsanlage am Fraunhofer IWS. Die Bleche sind wichtiger Baustein von Transformatoren. (© Fraunhofer IWS) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse