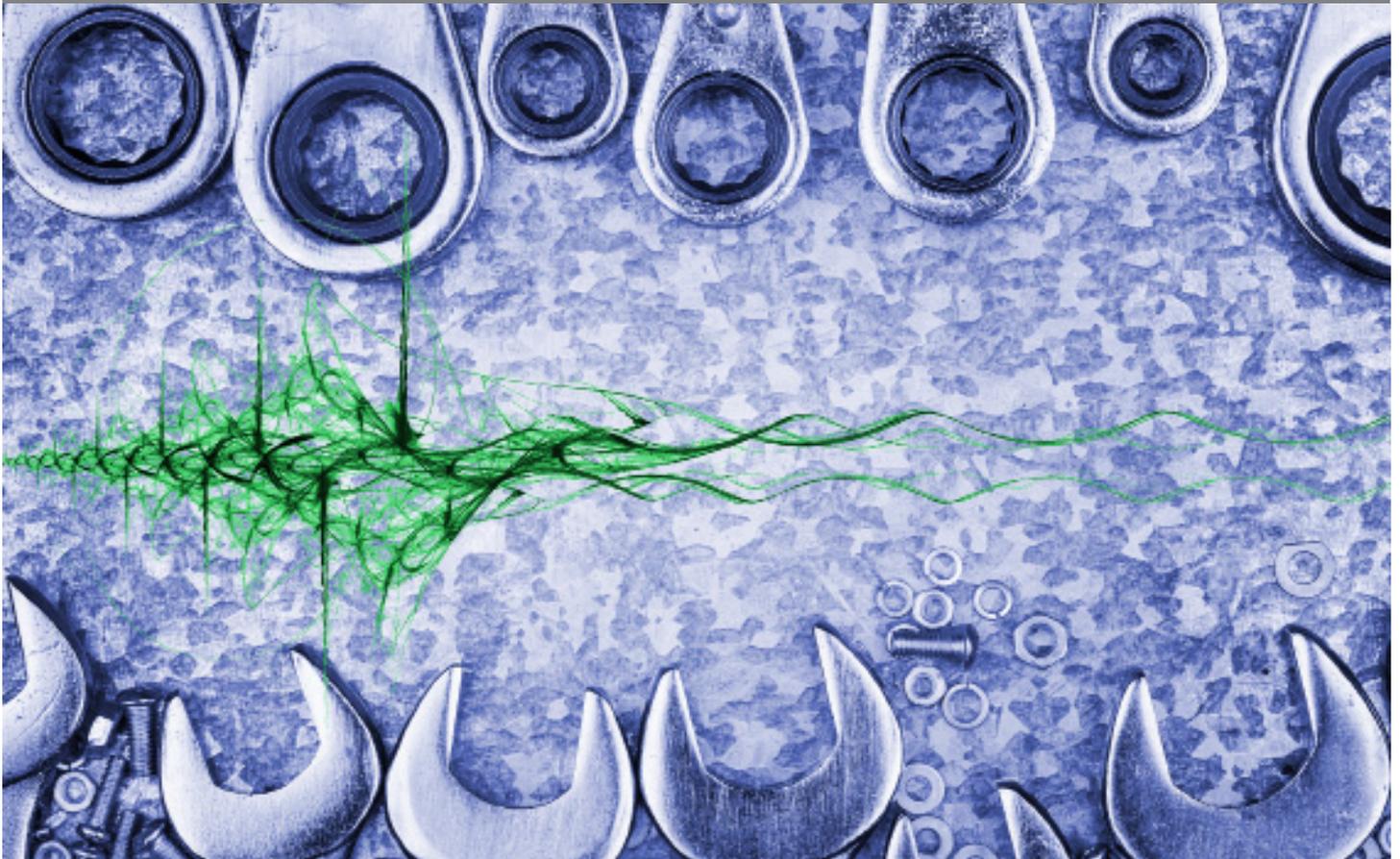


ADAPTRONIK NEWSLETTER

März | 2015

Menschen | Events | Projekte | Institute

 **Fraunhofer**
ADAPTRONIK



Mechatronische Modelle in Matlab™ leicht erstellen: unser Werkzeugkoffer

Erfahren Sie mehr auf Seite 8.

VORWORT

2 Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz

MENSCHEN IN DER FAA

2 Dr.-Ing. Holger Neubert

INSTITUT

10 Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS

EVENTS

2 Hannover Messe Industrie 2015

4 Fraunhofer-Allianz Adaptronik Workshop „smarte Lösungen“

5 ISPA 2015 - International Symposium on Piezocomposite Applications

11 Workshop: Monitoring von Windkraftanlagen 2015

PROJEKTE

3 Aktive Kupplung zur Schwingungsmin-
derung in Schiffsantrieben

4 smart³: materials-solutions-growth

5 Einsatz aktiver Materialien am Beispiel

eines adaptiven Implantats

6 DEGREEN: zukunftsweisende Techno-
logien zur Nutzung von Wind- und
Wasserenergie

6 Lautsprecher aus dielektrischen Elasto-
meren zur aktiven Schallreduktion

7 SensoFut: Sensorized Future Sensorik für
die zukünftige Produktionstechnik

8 Mechatronische Modelle in Matlab™
leicht erstellen: unser Werkzeugkoffer

9 Elektrodynamische Inertialmassen-
aktoren



Vorwort

■ Die Fraunhofer-Allianz Adaptronik liefert Ihnen mit ihren Mitgliedsinstituten praxisnahe Beiträge für mechatronische und adaptronische Systemlösungen. Zusammen mit unserem Partnernetzwerk erweitern wir das Spektrum unserer FuE-Angebote und decken die Wertschöpfungskette der Entwicklung smarter Produktinnovationen in Breite und Tiefe ab.

In diesem Newsletter zeigen wir Ihnen, wie aktive Kupplungen die Schwingungen in Schiffsantrieben mindern (S. 4), biokompatible Formgedächtnislegierungen durch Oberflächenvergrößerungen für eine bessere Verankerung von Implantaten sorgen (S. 3) und wie Lautsprecher aus elektroaktiven Polymeren eingesetzt werden können (S. 6). Auf Seite 7 präsentieren wir im Dünnschichtverfahren hergestellte Sensoren, die neue Prozessinformationen für die Industrie 4.0 liefern und schließlich eine modulare Toolbox, die den Produktentwicklungsprozess passiver und aktiver Struktursysteme wesentlich beschleunigt (S. 8).

Einige adaptronische Lösungen stellen wir auch in diesem Jahr auf der Hannover Messe Industrie vom 13. bis 17. April vor. Wir freuen uns über Ihren Besuch in Hannover! Zudem laden wir Sie sehr herzlich zum Workshop 'Monitoring von Windkraftanlagen' am 7. Mai 2015, zum International Symposium on Piezocomposite Applications am 17. und 18. September 2015 und zu unserem Adaptronik-Workshop am 7. Oktober 2015 ein.

Sprechen Sie uns an – wir freuen uns auf Sie!

Events

Hannover Messe Industrie 2015

Auch in diesem Jahr werden wir mit einem Gemeinschaftsstand auf der Research & Technology, der Internationalen Leitmesse für Forschung, Entwicklung und Technologietransfer mit vielen aussagekräftigen Exponaten vertreten sein. Unter anderem stellen wir Ihnen vor:

- Vibrationsreduzierung für handgeführte Oszillierer der Firma C.&E. FEIN GmbH
- Formgedächtnisaktoren mit inhärenter Selbstführung
- Sensormodule

Besuchen Sie uns am Fraunhofer-Allianz Adaptronik Stand in Halle 2, Stand C 22, vom 13.-17. April 2015. Gern informieren wir Sie in einem persönlichen Gespräch vor Ort. Wir empfehlen eine Terminvereinbarung vorab über unsere Emailadresse info@adapttronik.fraunhofer.de

Weitere Informationen erhalten Sie im Internet unter:

www.adaptronik.fraunhofer.de



Menschen

Dr.-Ing. Holger Neubert



■ Holger Neubert studierte Elektrotechnik an der Technischen Universität Dresden und schloss sein Studium als Diplomingenieur mit dem Schwerpunkt Gerätetechnik ab. Im Anschluss arbeitete er als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der TU Dresden und wurde im Jahr 2000 mit einer Arbeit zur demontagegerechten Verbindungstechnik in der Feinwerktechnik promoviert. Seit 2001 war er als Leiter der Arbeitsgruppe Thermischer und Elektromechanischer Entwurf am Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design der TU Dresden tätig. Hier hat er besonders zu elektromagnetischen Antrieben in Industrieapplikationen und Aktoren auf der Basis magnetischer

Formgedächtnislegierungen gearbeitet. Zu Beginn des Jahres 2015 wurde ihm die Leitung der Abteilung Intelligente Werkstoffe und Systeme am Fraunhofer IKTS übertragen. Herr Neubert geht davon aus, dass multifunktionale Werkstoffe und daran gebundene Technologieentwicklungen ein immenses Potenzial zu neuartigen und wettbewerbsfähigen Produktlösungen besitzen. Dieses Potenzial effektiv und zielgerichtet freizusetzen gelingt nur, so seine Überzeugung, mit Hilfe der Unterstützung durch anwendungsnahe Modellierungs- und Simulationsmethoden.

Aktive Kupplung zur Schwingungsminderung in Schiffsantrieben

■ Die Reduktion von Emissionen und die Steigerung der Energieeffizienz sind anhaltende Trends im Schiffsmotorenbau. Damit geht allerdings in vielen Fällen ein höherer Eintrag von Torsionsschwingungen in den Antriebstrang einher, der die Auslegung dämpfender elastischer Kupplungen zunehmend aufwendiger macht. Die technischen Grenzen passiver Systeme zeichnen sich ab. Hier eröffnen aktive Systeme neue Wege, um zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden.

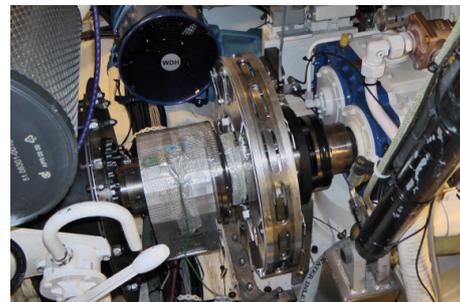
Im Rahmen des durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderten Projekts AKTOS „Aktive Kontrolle von Torsionsschwingungen durch Kupplungselemente“ wurde in enger Zusammenarbeit mit der Firma CENTA Antriebe Kirschey GmbH eine aktive Kupplung für Schiffsantriebe vom Konzept bis zum Prototyp entwickelt. Mit der geregelten Kupplung können ordnungsbasierte Anregungen signifikant reduziert werden. Die Kupplung besteht aus einem passiven Element zur primären Dämpfung sowie zum Versatzausgleich und einer aktiven Baugruppe zur Schwingungskompensation. Das aktive Element besteht aus einem Inertialmassenaktor, der sich im rotierenden System befindet. Der Aktor kommt ohne eine äußere Kraftabstützung aus. Die Übertragung der elektrischen Leistung und der Signale erfolgt am

Prototyp mit Hilfe von Schleifringen. Geregelt wird das System mit Hilfe eines ordnungsbasierten adaptiven Reglers. Aufbauend auf der Umsetzung des Regelungskonzepts mit Laborelektronik wurde eine kompakte mitrotierende Steuerungs- und Leistungselektronik entwickelt und erfolgreich getestet.

Die aktive Kupplung wurde zunächst auf einem Prüfstand erprobt. Angetrieben wurde der Antriebstrang mit einem V8 Motor mit 500 kW Antriebsleistung. Zwischen Motorschwungrad und dem Getriebe wurde die aktive Kupplung integriert. Der Propeller wurde mit Hilfe eines hydraulischen Dynamometers simuliert. Im kritischen Zündaussetzerbetrieb konnte eine Reduktion der Schwingungsamplitude von bis zu 90% in den kritischen Ordnungen erzielt werden.

Yachtfahrt bestätigt Prüfstandsversuche

Im Anschluss an das Projekt konnte die aktive Kupplung in einem Antriebstrang einer zweimotorigen Motoryacht eingebaut und getestet werden. Der umgerüstete Antriebstrang wird angetrieben von einem V6 441kW Dieselmotor und ist mit einem Getriebe-Propeller-System in Pod-Bauweise ausgestattet. Die Ergebnisse des Prüfstandsversuchs wurden auch unter realistischen Testbedingungen in der Yacht bestätigt. Zudem wurde auch die akustische Relevanz



der geregelten aktiven Kupplung im Innenraum der Yacht nachgewiesen. So wurde im geregelten Fall eine deutlich wahrnehmbare Reduktion des Dröhnens der dritten Motorordnung um -6dB im Schalldruckpegel verglichen zum ungeregelten Fall erreicht.

Kundennutzen

Die aktive Kupplung reduziert die in das Getriebe eingeleiteten Torsionsschwingungen und verbessert die Akustik im Schiff spürbar.

Mit dem aktiven System soll die Auslegung von Kupplungen in Schiffsantrieben vereinfacht, die Lebensdauer von Komponenten erhöht und Kosten sowie Masse durch den Einsatz kleinerer Komponenten eingespart werden.

Zusammenfassung

Im Projekt AKTOS wurde eine aktive Kupplung zur Reduktion von Torsionsschwingungen in Schiffsantrieben entwickelt. Das System wurde auf einem Prüfstand und im Anschluss an das Projekt in einer Motoryacht getestet. Es wurde nachgewiesen, dass mit dem aktiven System sowohl Torsionsschwingungen im Antriebstrang als auch akustische Störungen im Schiff reduziert werden können.

Kontakt:

Dipl.-Ing. Daniel Schlote
Fraunhofer LBF
Tel. +49 6151 705-405
E-mail: daniel.schlote@lbf.fraunhofer.de

B.Sc Jonathan Millitzer
Fraunhofer LBF
Tel. +49 6151 705-8218
E-mail: jonathan.millitzer@lbf.fraunhofer.de



smart³ | materials – solutions – growth

■ Smart³ setzt auf die Entwicklung marktfähiger Produkte hoher Funktionalität und struktureller Einfachheit durch Anwendung von intelligenten Werkstoffen, sogenannten smart materials, die verschiedene physikalische Eigenschaften funktional miteinander koppeln. Das gezielte Ausnutzen dieser Kopplungen ermöglicht die Funktionenintegration auf Materialebene und reduziert damit den konstruktiven und schaltungstechnischen Aufwand zur Erfüllung komplexer, z.B. sensorischer und/oder aktorischer Systemfunktionen. Smarte Materialien bieten damit einen eleganten Gegenentwurf zu immer höher integrierten mikromechatronischen Systemen. In die Aktivitäten des smart³-Konsortiums sind mit piezoelektrischen Materialien, magnetischen und thermischen Formgedächtniswerkstoffen sowie dielektrischen Elastomeren in Aktoranwendungen verschiedene Klassen intelligenter Materialien einbezogen.

Zur Stärkung von Innovationsprozessen wird in einem aktuellen Projekt des smart³-Konsortiums die Technologieplattform »Smart Transfer« entwickelt, die mittelständigen Unternehmen Zugang zu Hochtechnologien bietet. Additive Fertigung, Mehrkomponentenspritzguss sowie keramische Dickschichttechnik stellen dabei besondere technologische Schwerpunkte dar. Wir werden in den nächsten Jahren das Potenzial der intelligenten Materialien weiter systematisch erschließen. Ein aktueller Forschungsschwerpunkt ist beispielsweise die Entwicklung und kostengünstige Synthese bleifreier Piezokeramiken auf der Basis von Kalium-Natrium-Niobaten. Diese haben gute piezoelektrische Koppeligenschaften und besitzen das Potenzial, die herausragenden aber bleihaltigen PZT-Keramiken in speziellen Anwendungen abzulösen.

Beginnend bei der Materialsynthese über die Entwicklung effizienter Verfahrenstechnologien bis hin zum Entwurf, Aufbau und zur Validierung von kompletten Systemen wird die Wertschöpfungskette geschlossen. Von besonderer Bedeutung ist dabei eine durchgängige Modellierung. Sie erlaubt die Verknüpfung von Werkstoffdesign auf struktureller Ebene mit dem makroskopischen Systemverhalten. Eine erweiterte Aufstellung erfährt das Forschungsgebiet der intelligenten Materialien zum Beispiel mit der keramischen Strukturklärung, der Aufbau- und Verbindungstechnik und der Entwicklung neuer Werkstoffverbunde sowie der Systemkompetenz bei Ultraschallanwendungen und Strukturüberwachung. Die Zielmärkte der Aktivitäten liegen in klassischen Geschäftsfeldern wie der Leistungs- und Mikroelektronik, dem Automobilbau, Maschinen- und Anlagenbau, der Optik, Mess- und Prüftechnik sowie in den neuen, stark wachsenden Märkten wie der Medizintechnik und dem Ambient Assisted Living. Leistungs- und Kooperationsangebot Ferroelektrische Keramiken und funktionelle Systeme:

- Werkstoffsynthese
- Technologieentwicklung
- Werkstoffcharakterisierung, Werkstoffmodellierung
- Systementwicklung, Prototypenbau, Validierung

Kontakt:

Dr.-Ing. Holger Neubert
 Fraunhofer IKTS
 Tel. +49 351 2553-7615
 E-mail: holger.neubert@ikts.fraunhofer.de

Events

ISPA 2015 – International Symposium on Piezocomposite Applications

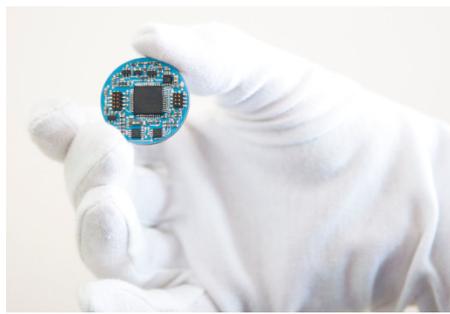
Am 17-18. September 2015 findet am Fraunhofer-Institut IKTS in Dresden das „International Symposium on Piezocomposite Applications“ statt.

Das Symposium behandelt wissenschaftliche und technologische Entwicklungen in den Bereichen piezoelektrischer Keramiken und zugehöriger Elektronik sowie ihre Integration in verschiedene Matrix-Werkstoffe zur Entwicklung neuartiger multifunktionaler Anwendungen wie Sensoren, Aktoren, Ultraschallwandler oder Energy-Harvester. Ingenieure, Konstrukteure und Manager werden eingeladen, sich über neue Entwicklungen und Potentiale zu informieren.

Wir freuen uns darauf, Sie in Dresden zu treffen.

Mehr Informationen finden Sie unter:

<http://www.ikts.fraunhofer.de/en/Events/ispa2015.html>



Einsatz aktiver Materialien am Beispiel eines adaptiven Implantats

Motivation

Insgesamt werden in Deutschland jährlich rund 400.000 Patienten ein künstliches Gelenk eingesetzt. Weit mehr als 90 Prozent davon entfallen auf die Implantation von künstlichen Hüft- und Kniegelenken. Laut dem Barmer GEK Report Krankenhaus 2010 wurden in Deutschland im Jahr 2010 etwa 210.000 Erstimplantationen am Hüftgelenk sowie 175.000 am Kniegelenk durchgeführt. Der Anteil an Revisions-Operationen, welche aufgrund auftretender Lockerungen der Endoprothese durchgeführt werden müssen, beträgt dabei circa 14 %. Bei zementfreien Hüftimplantaten wird die Lockerung im Schaft hauptsächlich durch den veränderten Kraftfluss und die hierdurch mangelhafte Lastübertragung zwischen Implantat und knöchernem Verankerungslager hervorgerufen. Die Ursache sind ausgeprägte Unterschiede in der mechanischen Festigkeit und Elastizität von Knochen und Implantat. Beim zementfreien Verfahren besteht nach dem Einschlagen des Implantatschaftes in die geraspelte oder gefräste Aushöhlung im Oberschenkelknochen eine sogenannte „Pressfit“-Verbindung. Aufgrund der Anpassungsfähigkeit des Knochens wird bei Über- oder Fehlbelastung die Pressverbindung zwischen Implantat und Knochen relativ schnell abgebaut, wodurch eine feste Verankerung der Endoprothese verhindert wird.

Material und Methoden

Getrieben von den bisher gesammelten Erfahrungen zur Verarbeitung und Einsetzbarkeit von aktiven Werkstoffen wurde gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik (FEP) ein Lösungsansatz zur Herstellung einer optimalen Lastverteilung im Knochen unter Einsatz von FGL-Elementen (FGL = Formgedächtnislegierung) in Verbindung mit einer biokompatiblen Beschichtung im Hüftschaft entwickelt (Fraunhofer internes Projekt „AktiLoc“). Hierdurch soll ein kraft homogener Kontakt an der Implantat-Knochenschnittstelle erzielt werden. Für eine bestmögliche Nachbildung der physiologischen Lastverhältnisse eines intakten Hüftgelenkes ist die Hüftgelenkskraft möglichst im proximalen Bereich des Schaftimplantates in den umliegenden Oberschenkelknochen einzuleiten. Zur Unterstützung

des proximalen Pressfit wurden Prinzipmodelle von Schaftprothesen mit integrierten FGL-Elementen unterschiedlicher Geometrie entworfen. Gemeinsam mit Medizinern wurde ein Prothesenmodell mit FGL-Blechstreifen auf mindestens drei Seiten des proximalen Schaftbereiches favorisiert, die eine Wirkung sowohl ventral und dorsal, als auch medial und lateral erzielen kann (s. Abbildung 1).



Abb. 1: Zwei generativ gefertigte Prototypen eines Hüftschaftes mit integrierten FGL-Aktoren

Ergebnisse

Dieses entwickelte Konzept stellt eine Möglichkeit dar, die Kontaktkraft im proximalen Schaftbereich gleichmäßig zu erhöhen und dabei einen un stetigen Kraftverlauf zu vermeiden. Die FGL-Elemente aus biokompatiblen Nickel-Titan-Material ermöglichen einen konstanten Kraftkontakt an der Implantat-Knochen-Schnittstelle. Nach dem Einschlagen des konzipierten Schaftimplantates in das vorbereitete Implantatlager kommt es infolge der Erwärmung auf Körpertemperatur zur thermischen Aktivierung der integrierten FGL-Blechstreifen. Diese Formänderung wird in Abhängigkeit von der Festigkeit des periprothetischen Femur bei der Aktivierung behindert. Dieses Materialverhalten wird als unterdrücktes Formgedächtnis bezeichnet, da die Rückbildung in eine zuvor eingepreßte Ursprungsform durch die hier vorliegende Reaktionskraft des Knochens nicht möglich ist. Bei der mechanischen Unterdrückung wird demzufolge eine Kraft aufgebaut, die genutzt werden kann, um den Kraftschluss im Kontaktbereich einer zementfrei verankerten Schaftprothese mit dem Oberschenkelknochen zu unterstützen. Überführt wurde die prinzipielle Technologie bereits auch auf ein Wirbelsäulenimplantat, eine sogenannte Pedikelschraube. Im konkreten Fall wurde ein Schraubenkonzept

entwickelt, welches zukünftig eine Alternative zu Knochenzement bei der spinalen Versorgung darstellt und wesentliche Vorteile besonders bei der Revisionsfähigkeit bietet (s. Abbildung 2).

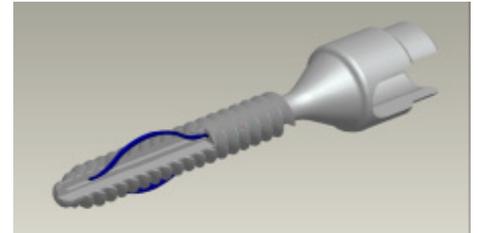


Abb. 2: Konzept adaptive Pedikelschraube

Die FGL-Aktoren wurden direkt an der Knochen-Implantat-Schnittstelle integriert und sollen durch die Oberflächenvergrößerung insbesondere im Wirbelkörperfortsatz eine verbesserte Verankerungsstabilität auch in geschädigten bzw. degenerativ veränderten Knochenstrukturen ermöglichen. Eine Steigerung der Auszugskraft aus Knochenersatzmaterial um 25 % konnte bereits nachgewiesen werden. Erste Untersuchungen an Humanpräparaten bestätigten die Wirkung der FGL-Aktoren in Bezug auf die erzielbare Erhöhung der Verankerungsstabilität (s. Abbildung 3).

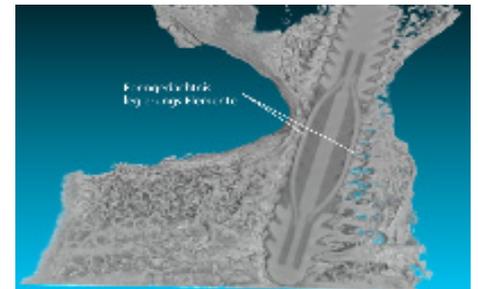


Abb. 3: Implantationsversuch im Humanpräparat

Die vorgestellten Beispiele stellen mit den gewonnenen Projektergebnissen die Grundlage für gemeinsame Produktentwicklungen mit Unternehmen aus der Endoprothetik-Branche dar und leisten des Weiteren einen Beitrag zur Vision „lebenslanges Implantat“.

Kontakt:

Dipl.-Ing. (FH) Christian Rotsch
 Fraunhofer IWU
 Tel. +49 351 4772-2914
 E-mail: christian.rotsch@iwu.fraunhofer.de

DEGREEN - zukunftsweisende Technologien zur Nutzung von Wind- und Wasserenergie



■ Innerhalb der kommenden 10 Jahre sollen 50 Prozent des bayerischen Stromverbrauchs aus erneuerbaren Energien gedeckt werden. Das ist die doppelte Menge des heutigen Anteils. Für diese Zielsetzung sind innovative Lösungen und Entwicklungen aus der Forschung notwendig. Mit dem Projekt DEGREEN, gefördert durch das bayerische Wirtschaftsministerium, begab man sich auf neue Wege zur Nutzung regenerativer Energien. Energiegewinnung aus Wind und Wasser benötigt derzeit den Einsatz von Wind- und Wasserrädern, Turbinen, Staustufen etc. Die damit verbundenen optischen, akustischen und biologischen Störfaktoren stehen immer stärker in der öffentlichen Kritik. Mit Hilfe von Dielektrischen Elastomer Generatoren (DEG) werden neue

Technologien zur effektiven, umweltschonenden Energiewandlung entwickelt. Dabei kommen die DEG ohne störende Begleitscheinungen herkömmlicher Techniken aus. Mit diesen speziellen elektrodierten Elastomerfolien, die wie dehnbare Kondensatoren funktionieren, wird mechanische Bewegungsenergie aus Wind oder Wasserströmung direkt in elektrische Energie umgewandelt. Ziel sind modular aufgebaute DEG mit einer elektrischen Ausgangsleistung bis zu 1 kW.

Die größte Herausforderung steckt im Materialverbund, der den extremen Belastungen des Elastomers und der Elektroden durch hohe mechanische Wechseldehnung und gleichzeitig hohen elektrischen Feldstärken Stand hält. Dabei muss die Lebens-

dauer mindestens 100 Mio. Zyklen betragen, was einem Einsatzzeitraum von mindestens fünf Jahren entspricht. Die Dielektrischen Elastomer Generatoren sind so ausgelegt, dass sie in flachen und kleinen Gewässern ohne Querbauwerke geräuschlos betrieben werden können. In der Folge können Energieversorgungskonzepte entwickelt werden, die eine effektive, umweltschonende und dezentrale Energieversorgung ländlicher Regionen ermöglichen. Ein möglicher Einsatzbereich könnten z. B. Ladestationen für Elektrofahrzeuge sein, die weit ab von Stromleitungsnetzen installiert werden können. Im Laufe des Jahres 2015 werden in Bronnbach bei Wertheim erste Freilandversuche erfolgen.

Kontakt:

Dr. Bernhard Brunner
Fraunhofer ISC
Tel. +49 931 4100-416
E-mail: bernhard.brunner@iwu.fraunhofer.de

Lautsprecher aus dielektrischen Elastomeren zur aktiven Schallreduktion

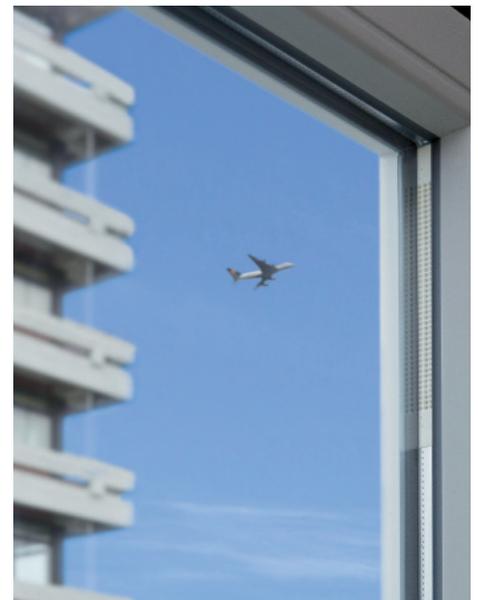
■ Ein laufendes Forschungsprojekt beschäftigt sich mit der Umsetzung von Lautsprechern auf Basis elektroaktiver Polymere. Kennzeichnend für diese weichen Materialien ist allgemein, dass sie eine mechanische Dehnung bei elektrischer Stimulation zeigen.

Für diese Lautsprecher werden dielektrische Elastomere eingesetzt, mit denen bei hohen elektrischen Feldern große Dehnungen möglich sind. Dabei kommt ein speziell entwickeltes Konzept zum Einsatz, das metallische Elektroden mit mikroskopisch kleinen Löchern verwendet, die dem inkompressiblen Elastomer eine lokale Deformation ermöglichen. Damit können flache Stapelwandler aufgebaut werden, die bei anliegender Spannung eine Dickenänderung erfahren und bei entsprechend hohen Frequenzen Schallwellen abstrahlen. Die hohe Leitfähigkeit der verwendeten Metallelektroden erlaubt dabei den Betrieb in dem Frequenzbereich, der für akustische Anwendungen relevant ist und der typischerweise für dielektrische Elastomere sonst nicht in Frage kommt. Da sich der Elastomerstapel direkt gegen eine feste

Rückwand abstützt, entsteht ein akustischer Kolbenstrahler, der keinen Resonanzkörper benötigt und daher nur einen geringen Bauraum benötigt. Die Formgebung ist zudem sehr flexibel, sodass der Lautsprecher speziell für die Zielanwendung gestaltet werden kann.

Ein mögliches Einsatzgebiet für solche Lautsprecher aus dielektrischen Elastomeren sind Maßnahmen zur aktiven Schallreduktion, beispielsweise in Automotive-Anwendungen, aber auch in der Gebäudetechnik.

Um das Potential dieser Technologie zu demonstrieren, wurde ein schmaler Lautsprecher in den Rahmen eines Doppelglasfensters integriert. Mit Hilfe geeigneter Regelungsalgorithmen lässt sich damit der Schalldruck im Inneren des Fensters und damit das akustische Übertragungsverhalten des Fensters beeinflussen. Erste experimentelle Ergebnisse mit nur einem Lautsprecher konnten bereits eine signifikante Schallreduktion zeigen. In Zukunft sind weitere Untersuchungen mit mehreren Lautsprechern im Doppelglasfenster geplant.



Kontakt:

Dr. William Kaal
Fraunhofer LBF
Tel. +49 6151 705-460
E-mail: william.kaal@lbf.fraunhofer.de

SensoFut: Sensorized Future

Sensorik für die zukünftige Produktionstechnik

Events

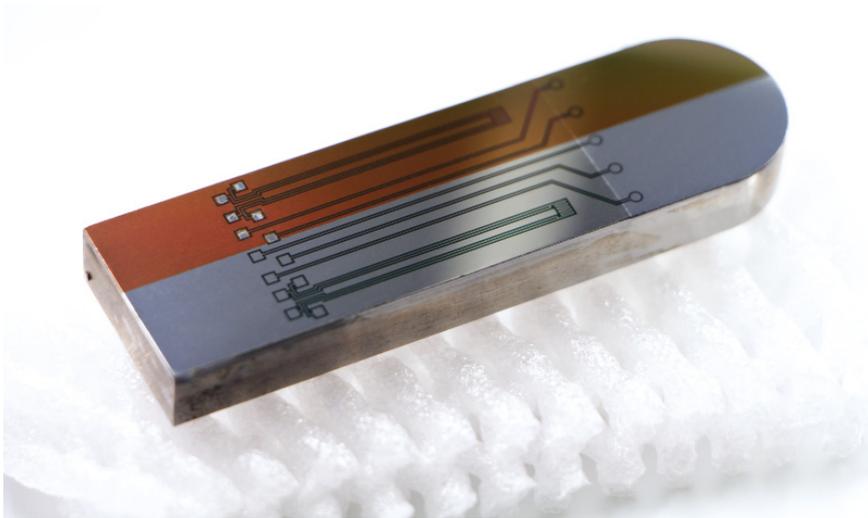


Abb. 1: Sensorik für den Kunststoffspritzguss: Auf der linken Seite ist das Schichtsystem vollständig aufgebaut, auf der rechten Seite fehlt die Deckschicht und die Sensorstrukturen liegen frei auf der Oberfläche.

■ **Industrie 4.0** – Die vierte industrielle Revolution ist das vorherrschende Thema in der Produktionslandschaft Europas und im Besonderen in Deutschland. Die Produktion ressourcen-effizienter zu gestalten, in Hinblick auf Qualität, Quantität und Flexibilität, ist das Ziel, damit Deutschland auch in Zukunft Exportweltmeister bleibt.

Grundlage für diese Entwicklung ist ein sehr gutes Verständnis für die Fertigungsprozesse basierend auf menschlicher Erfahrung und Messergebnisse, welche in Simulationen einfließen, um das Verständnis weiter zu erhöhen. Dabei ist es oft sehr wichtig, die Messdaten dort zu generieren, wo Messsysteme nur schwer zu integrieren sind, z.B. in direktem Kontakt zwischen Werkstück und Werkzeug. Das Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik entwickelt Dünnschichtsensorik, welche direkt auf Werkzeuge beschichtet, in den Hauptbelastungszonen die Fertigung überwacht.

Als Anwendungsbeispiele lassen sich die Sensorsysteme für das Blechbiegen, Blechtiefziehen und den Kunststoffspritzguss nennen. Diese sensorischen Schichtsysteme sind multisensorisch, denn sie beinhalten eingebettet in Verschleißschutzschichten sowohl piezoresistive (kreisförmige) wie auch thermoresistive (mäanderförmige) Sensorstrukturen, wie in den Bildern 1 und 2 gezeigt wird. Mit diesen sensorischen Schicht-

systemen, die eine Gesamtdicke im Bereich von 10 µm aufweisen, ist es möglich orts aufgelöst Belastungen und Temperaturen zu messen. Mit diesen Messgrößen lassen sich Produktionsprozesse optimieren, so dass z. B. Risse und Faltenbildung beim Blechtiefziehen minimiert werden können, bzw. Kunststoffspritzgussprozesse auch in Hinblick auf die Taktzeiten optimiert werden.



Abb. 2: Dünnschichtsensorik für den Blechbiegeprozess.

Fraunhofer-Allianz Adaptronik-Workshop: save the date!

Am 7. Oktober 2015 findet der Workshop der Fraunhofer-Allianz Adaptronik in Darmstadt statt. Die Allianz Adaptronik freut sich schon jetzt, Sie auf unserem Workshop begrüßen zu dürfen.

Merken Sie sich diesen Termin bitte vor und lassen Sie uns im Oktober den wissenschaftlichen Austausch zu dem Thema „smarte Lösungen – Potential und Anwendungen“ suchen. Weitere Informationen folgen demnächst.

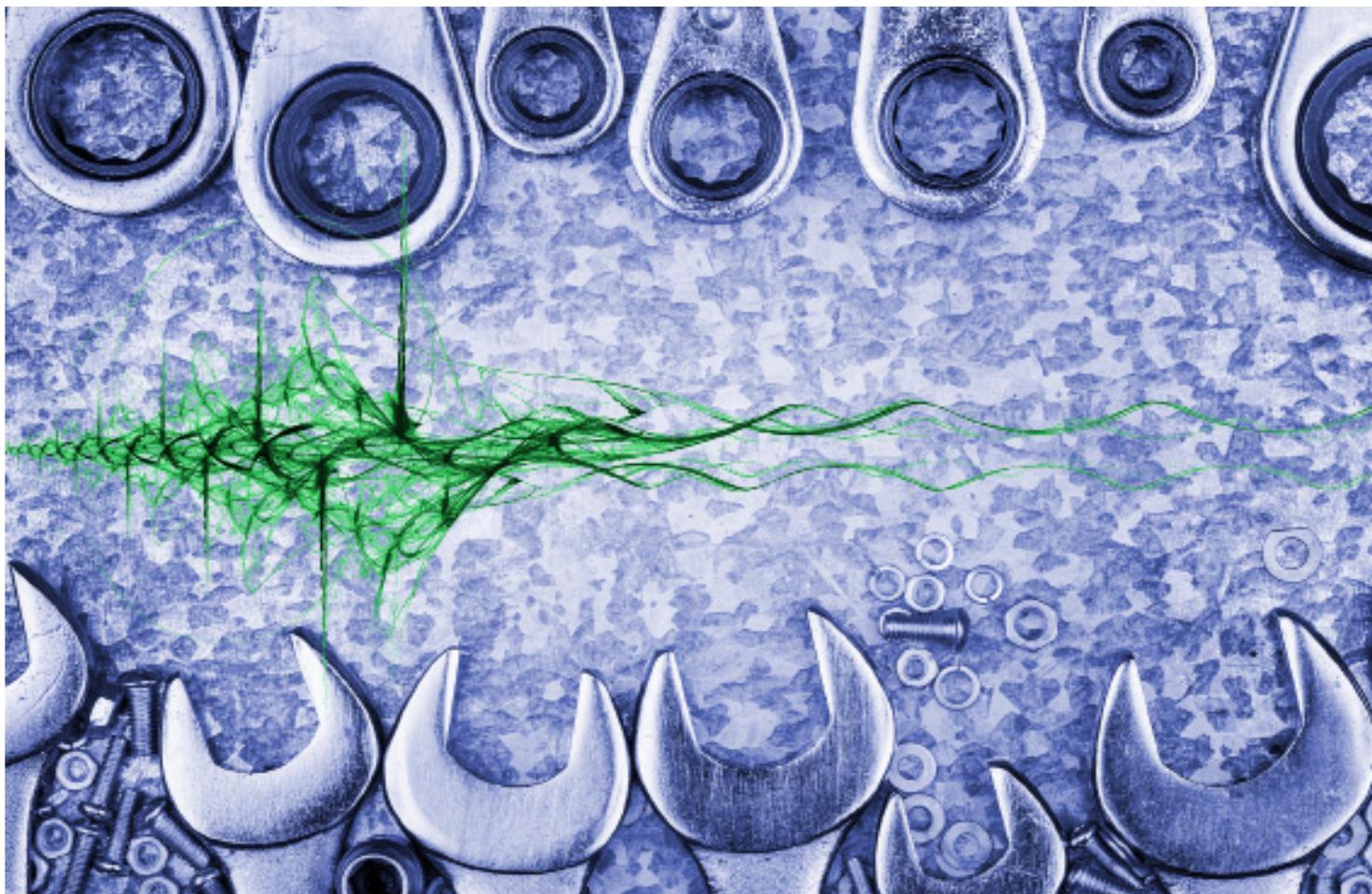


Diese Ergebnisse wurden innerhalb des Projektes „SensoFut“ (Sensorized Future) erzielt, welches im 13. Cornet Call (Collective Research Networking) durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) mit der Unterstützung der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) gefördert wird und noch eine Laufzeit bis zum 30.06.2015 hat.

Kontakt:

Dr. Saskia Biehl
Fraunhofer IST
Tel. +49 531 2155-604
E-mail: saskia.nina.biehl@ist.fraunhofer.de

Mechatronische Modelle in Matlab™ leicht erstellen: unser Werkzeugkoffer



■ In der heutigen Zeit treten durch den gesteigerten Wunsch nach Komfort, Leichtbau und Langlebigkeit schwingungstechnische Fragen während und nach dem Entwicklungsprozess auf.

Branchenunabhängig ist es in frühen Stadien der Produktentwicklung häufig nicht möglich Prototypen des gesamten Systems anzufertigen und zu testen. Numerische Simulationen schaffen an dieser Stelle Abhilfe und sparen durch gezielte vorherige Untersuchungen und Auslegungen bares Geld und wertvolle Zeit.

Für die simulative Auslegung wurden Toolboxes in Matlab/Simulink™ entwickelt. Die Toolboxes unterstützen die Analyse und Auslegung von mechanischen und mechatronischen Systemen. Damit können Machbarkeitsstudien wie die Untersuchung von Strukturen und deren Schwingungen durch-

geführt werden.

Um das Systemverhalten von unerwünschten Schwingungen zu befreien, können verschiedene Maßnahmen und Methoden angewendet werden. Die „Structure and Vibration“ Toolbox erleichtert außerdem die Analyse und Auswertung der Konzeptvergleiche durch eine innovative, modulare Systemmodellierung. Die Toolbox unabhängige Modellierungsstrategie umfasst die stufenweise Detaillierung der Komplexität der Modelle und erlaubt die Einbindung von analytischen, numerischen sowie messtechnisch erfasste Daten.

Als weiteres Werkzeug wurde die „Model Order Reduction“ Toolbox entwickelt. Damit können komplexe Systeme, die bereits numerisch mit Finiten Elementen untersucht wurden, nach Matlab/Simulink™ importiert werden.

Diese Schnittstelle zwischen Matlab/Simulink™ und der FE-Simulationssoftware ANSYS™ bietet eine effiziente Modellreduktion des Gesamtsystems an. Damit können sehr große Modelle bei vergleichbarem Gesamtsystemverhalten vereinfacht werden. Das reduzierte Modell bietet folglich eine zeitlich optimierte Simulationsperformance. Durch die Toolboxes profitieren Kunden jeder Branche durch die effektive Lösung von strukturdynamischen Problemstellungen. Der numerische Werkzeugkoffer wird ab Ende 2015 käuflich erhältlich sein.

Kontakt:

Fraunhofer LBF
Dipl.-Math. Jennifer Thiel
Tel. +49 6151 705-8273
E-mail: Jennifer.thiel@lbf.fraunhofer.de

Elektrodynamische Inertialmassenaktoren



Abb. 1: Inertialmassenaktor zur Einleitung dynamischer Kräfte

■ Bei vielen Projekten im Bereich der Schwingungstechnik und Akustik kommen aktive Systeme zum Einsatz. Dabei werden Kräfte in ein System oder eine Struktur eingeleitet. Neben der direkten, strukturintegrierten Einleitung dieser Kräfte, beispielsweise durch einen in die Struktur integrierten Piezoaktor, können hierzu auch Inertialmassenaktoren (IMA) verwendet werden.

Bei einem IMA regt ein innerer Aktor eine elastisch gelagerte Masse an. Durch die Trägheit der Masse wird es möglich, mit dem IMA Kräfte oberhalb seiner Eigenfrequenz zu erzeugen. Hiermit steht eine flexible Aktorkomponente zur Verfügung, welche nachträglich an bestehende Systeme oder Strukturen angebaut werden kann. Unter der Verwendung von elektrodynamischen Tauchspulen als innere Aktorik und einer Kombination aus spanenden und generativen Fertigungsverfahren wurde ein skalierbares Aktorkonzept entwickelt, welches einerseits kostengünstig herstellbar ist und andererseits flexibel an verschiedene Einsatzszenarien angepasst werden kann. So kann der abgebildete Aktor, mit einer Gesamtmasse von 560 g und einem Durchmesser von 79 mm, oberhalb seiner Eigen-

frequenz von 25 Hz kurzzeitig Kräfte bis 120 N und dauerhaft Kräfte bis ca. 50 N erzeugen. Eine Anpassung der Eigenfrequenz ist sowohl durch die Veränderung der elastischen Aufhängung der Masse als auch durch die Verwendung eines entwickelten Systems zur Steifigkeitsverstellung möglich. In letzterem Fall ist die Eigenfrequenz des IMA im Betrieb anpassbar. Der oben gezeigte IMA wird unter anderem an einem Erprobungsfahrzeug für aktive

Lärm- und Vibrationsminderung genutzt. An diesem Fahrzeug werden verschiedene aktive Ansätze zur Lärm- und Vibrationsminderung entwickelt und optimiert.

Kontakt:

Fraunhofer LBF
 Dipl.-Ing. Jan Hansmann
 Tel. +49 6151 705-8366
 E-mail: jan.hansmann@lbf.fraunhofer.de



Abb. 2: Versuchsfahrzeug zur Erprobung von Maßnahmen zur aktiven Lärm- und Vibrationsminderung

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS

Kompetenz in Keramik

Das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS betreibt anwendungsorientierte Forschung im Bereich Hochleistungskeramik. Die drei Institutsteile in Dresden und Hermsdorf (Thüringen) formen gemeinsam das größte Keramikforschungsinstitut Europas.

Als Forschungs- und Technologiedienstleister entwickelt das Fraunhofer IKTS moderne keramische Hochleistungswerkstoffe, industrierelevante Herstellungsverfahren, prototypische Bauteile und Systeme in vollständigen Fertigungslinien bis in den Pilotmaßstab. Im Zentrum stehen dabei marktfähige keramische Lösungen für Elektronik und Mikrosystemtechnik, Maschinen- und Anlagenbau, Energie- und Umwelttechnik, Optik sowie Medizintechnik.

Der Institutsteil Materialdiagnostik IKTS-MD, der im Januar 2014 aus dem Dresdner Standort des Fraunhofer-Instituts für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP hervorging, erweitert das Forschungsportfolio um die Kompetenzen Werkstoff-

diagnose und -prüfung. Die Prüfverfahren aus den Bereichen Akustik, Elektromagnetismus, Optik, Mikroskopie und Strahltechnik tragen maßgeblich zur Qualitätssicherung von Produkten und Anlagen bei.

Geschäftsfeld „Elektronik und Mikrosysteme“

Im Geschäftsfeld »Elektronik und Mikrosysteme« bietet das Fraunhofer IKTS Materialien, Technologien, Komponenten und Systeme für die Mikro- und Nanoelektronik, Energietechnik, Sensorik und Aktorik sowie für industrielle Prüfsysteme.

Mikrosysteme werden zukünftig nicht nur deutlich komplexer, robuster und kleiner sein, sondern durch erweiterte Funktionalitäten auch zunehmend direkt mit ihrer Umwelt interagieren. Daraus ergeben sich höhere Anforderungen an die Entwicklung kostengünstiger sowie zuverlässiger Werkstoff- und Fertigungslösungen für miniaturisierte Baugruppen.



News

IZFP-D wird zum IKTS-MD

Am 1. Januar 2014 wurde der Institutsteil Dresden (IZFP-D) des Fraunhofer-Instituts für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP an das Fraunhofer IKTS angebunden.

Im Rahmen des Integrationsprozesses soll der Standort weiter ausgebaut und zu einem Zentrum der Materialdiagnostik entwickelt werden.

Dienstleistungen und Forschungskooperationen für die Diagnose von Werkstoffen sowie Bauteilen, Zustandsüberwachung, Nanoanalytik und Sensorik sowie Bio- und Umwelttechnik werden angeboten.



Diese Herausforderungen löst das Fraunhofer IKTS durch eine integrierte Betrachtung von Material, Prozess und Systementwurf. Das Fraunhofer IKTS entwickelt dazu funktionskeramische Werkstoffe, die durch ihre außergewöhnlichen Eigenschaften für einen Einsatz in harschen Umgebungen geeignet sind. Diese können mit Hilfe verschiedenster Synthese-, Aufbau-, Füge-, Schichtabscheidungs- und Strukturierungstechnologien je nach Anforderung und Kundenwunsch verarbeitet und in komplexen Mikrosystemen appliziert werden. Mit standardisierten und bewährten Herstellungsprozessen auf Wafer-Level lassen sich wettbewerbsfähige Kosten erreichen. Zusätzliche Sensor- und Aktorfunktionen sowie fluidische oder thermische Elemente lassen sich integrieren und mit mikroelektronischen Schaltungen zur Steuerung und Signalkonditionierung zusammenführen.

Intelligente Werkstoffe und Systeme

Eine besondere Kompetenz besitzt das Haus in der Applikation »intelligenter Materialien« wie etwa Piezokeramiken und Magnetwerkstoffen. Das Fraunhofer IKTS befasst sich seit vielen Jahren mit smarten Systemen, bei denen verschiedene Funktionskomponenten in einem Gesamtsystem strukturell integriert sind. Steuerfunktionen können auch direkt vom Werkstoff ausgeführt werden. Dafür untersuchen die Mitarbeiter außergewöhnliche physikalische Materialeigenschaften und ihre Anwendung in innovativen Lösungen der Mikrosystemtechnik und Adaptronik. Die sogenannten »intelligenten Materialien«

reagieren selbständig auf physikalische Parameter. Sie verbinden sensorische und aktorische Funktionalität und können so zum Beispiel auf engstem Raum mechanische Bewegungen ausführen. Diese Eigenschaften lassen sich exzellent für die Mikrofluidik, Optik und Lasertechnik sowie für mikro-mechanische Systeme nutzen. Das Serviceportfolio umfasst die anwendungsspezifische Werkstoffentwicklung, Charakterisierung, Erprobung an Bauteilen und Integration in Komponenten und Systeme. Am Fraunhofer IKTS stehen maßgeschneiderte Materialien, Designregeln für »intelligente Mikrosysteme« und Prüftechnologien zur Verfügung, um die Einsatzgebiete miniaturisierter Systeme kontinuierlich zu erweitern, Entwicklungszyklen zu verkürzen und maximale Zuverlässigkeit sicherzustellen. Die umfangreiche technische Infrastruktur sowie spezifische Angebote gewährleisten einen industrieorientierten Entwicklungsprozess sowie einen effizienten Transfer von Know-how und Technologie zum Kunden.

Kontakt:

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS
Winterbergstraße 28
01277 Dresden

www.ikts.fraunhofer.de
info@ikts.fraunhofer.de



Events

Workshop Monitoring von Windkraftanlagen 2015

Am 7. Mai 2015 wird auf der Zukunftskonferenz Wind & Maritim in Rostock ein Workshop zum Thema Monitoring von Windkraftanlagen des Fraunhofer IKTS-MD stattfinden.

Es erwarten Sie packende Vorträge aus Industrie und Forschung sowie interessante Anwenderseminare. Hierbei wird unter anderem die Vernetzung im Fokus stehen, um Synergien und neue Kooperationen zu finden.

Die Fraunhofer-Allianz Adaptronik wird mit sehr spannenden Exponaten und Vorträgen beteiligt sein und wir freuen uns auf Ihr Interesse und Ihren Besuch. Die Veranstaltung findet unter der Schirmherrschaft des Ministerpräsidenten des Landes Mecklenburg-Vorpommern Herrn Erwin Sellering statt.

Mehr Informationen finden Sie unter:

<http://newsletter.wind-energy-network.de/2014/09-wind-maritim>



Adaptronik - Technik, die verändert

Die beteiligten Institute:

Fraunhofer-Institute für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, Darmstadt
Integrierte Schaltungen IIS, Erlangen
Keramische Technologien und Systeme IKTS, Dresden
Schicht- und Oberflächentechnik IST, Braunschweig
Silicatsforschung ISC, Würzburg
Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, Dresden
Mikroelektronik für die Materialdiagnostik IKTS-MD, Dresden



Impressum

Herausgeber:

Fraunhofer-Allianz Adaptronik
Postfach 10 05 61
64205 Darmstadt
Tel: +49 6151 705-236
Fax: +49 6151 705-214
info@adaptronik.fraunhofer.de
www.adaptronik.fraunhofer.de

Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. Heiko Atzrodt

Allianzsprecher:

Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz

Redaktion:

Dipl.-Kauffr. Anika Seifert

 **Fraunhofer**
ADAPTRONIK