

Fraunhofer-Allianz Adaptronik

VORWORT

Die Adaptronik hat von ihren Ursprüngen in der Luft- und Raumfahrt ausgehend in den letzten Jahre eine beachtliche Entwicklung erfahren. Durch Innovationen im Bereich der Funktionswerkstoffe, der Auslegungsmethoden, aber auch der Elektronik werden immer weitere Anwendungen erschlossen. Beispiele aus den Bereichen Produktionstechnik, Medizintechnik sowie der Zustandsüberwachung für den Anlagenbau haben wir in diesem Newsletter zusammengestellt, viele weitere wurden auf dem Adaptronik-Workshop 2007 der FAA diskutiert (s. S. 2).

Entsprechend wird die Kooperation zwischen den Entwicklern in der Industrie und den Forschern in der Fraunhofer-Allianz Adaptronik intensiviert. So unterstützt die Fraunhofer-Gesellschaft in diesem technischen Umfeld eine entsprechende Vernetzung auch durch ihre Innovationscluster wie das bewährte Cluster Mechatronischer Maschinenbau und durch die neuen Cluster Automotive Quality Saar, Adaptronische Systeme RheMA und Multifunktionelle Materialien und Technologien MultiMaT. Ein weiteres Beispiel für die Förderung des Technologietransfers von angewandter Forschung in die Wirtschaftliche Verwertung ist das Transferzentrum Adaptronik, dessen Grundstein jüngst in Darmstadt gelegt wurde. Hier ist die engere, gemeinsame Arbeit von Fraunhofer-Wissenschaftlern und Projektpartnern aus Wirtschaft und Forschung vor Ort Ziel – gerade in einer interdisziplinären Technologie wie der Adaptronik ist dies ein entscheidender Vorteil.

Und noch eine Info vorab: Auch in diesem Jahr wird die Fraunhofer-Allianz Adaptronik die Ergebnisse von Kooperationen mit nationalen und internationalen Partnern auf der Hannover Messe präsentieren – eine Gelegenheit, viele interessante Neuigkeiten kennen zu lernen, für die in einem Newsletter nicht genug Platz ist. Besuchen Sie uns – wir freuen uns auf Sie!

*Dr.-Ing. Tobias Melz ,
Geschäftsführer Fraunhofer-Allianz Adaptronik FAA*



Inhalt :

VORWORT	1
MENSCHEN IN DER FAA	
Dipl.-Ing. Saskia Biehl	2
EVENTS	
HMI 2008	2
FAA-Workshop	2
Grundsteinlegung Transferzentrum Adaptronik	2
PROJEKTE	
Intelligente Unterlegscheiben messen die Spannkraft in Schraubverbindungen	3
Integrierte Piezoaktoren für Mikrosysteme	3
Adaptronisches Gelenk	4
Aktive Verbundwerkstoffe für eine peristaltische Mikropumpe	5
Zuverlässige sensornahe Elektronik zur Strukturintegration	6
INSTITUTE	
Fraunhofer IST	7

Fraunhofer	FAA
Fraunhofer	Allianz Adaptronik
Fraunhofer	EMI
Fraunhofer	Institut Kurzzeitdynamik Ernst-Mach-Institut
Fraunhofer	IAIS
Fraunhofer	Institut Intelligente Analyse- und Informationssysteme
Fraunhofer	IFAM
Fraunhofer	Institut Fertigungstechnik Materialforschung
Fraunhofer	IIS
Fraunhofer	Institut Integrierte Schaltungen
Fraunhofer	IKTS
Fraunhofer	Institut Keramische Technologien und Systeme
Fraunhofer	ISC
Fraunhofer	Institut Silicidforschung
Fraunhofer	IST
Fraunhofer	Institut Schicht- und Oberflächentechnik
Fraunhofer	ITWM
Fraunhofer	Institut Techno- und Wirtschaftsmathematik
Fraunhofer	IWM
Fraunhofer	Institut Werkstoffmechanik
Fraunhofer	IWU
Fraunhofer	Institut Werkzeugmaschinen und Umformtechnik
Fraunhofer	IZFP
Fraunhofer	Institut Zerstörungsfreie Prüfverfahren
Fraunhofer	LBF
Fraunhofer	Institut Betriebsfestigkeit Systemzuverlässigkeit

EVENTS

FAA-Workshop

Am 29.11.2007 fand der „FAA Workshop 2007“ statt. Zusammen mit externen Partnern wie PT Jülich, ContiTech, Faurecia, EADS und Lord wurden Voraussetzungen und Randbedingungen, erforderliche Kompetenzen und Trends bei der adaptronischen Strukturentwicklung erläutert sowie Praxisbeispiele gezeigt. Diese erfolgreiche Veranstaltung regte einen intensiven Dialog zwischen den Teilnehmern an und soll wiederholt werden.



Grundsteinlegung Transferzentrum Adaptronik

Am 19.3.2008 wurde am Fraunhofer LBF in Darmstadt der Grundstein des Transferzentrums Adaptronik gelegt. Vertreter von Bund, Land Hessen, Wirtschaft und Forschung, feierten gemeinsam mit dem LBF. Das Transferzentrum Adaptronik beinhaltet ein Projekthaus, mit dem die Durchführung von Kooperationsprojekten erleichtert werden soll. Es wird in Büros, Labor, Mess- und Prüftechnik und Maschinen investiert. Das Zentrum soll im Sommer 2009 in Betrieb genommen werden.



www.jswd-architekten.de

MENSCHEN in der Fraunhofer-Allianz Adaptronik FAA

Dipl.-Ing. Saskia Biehl

studierte Werkstoffwissenschaften an der Universität des Saarlandes in Saarbrücken. Ihre Diplomarbeit, in der sie sich bereits mit dünnen Schichten und Mikrostrukturen beschäftigte, verfasste sie am Institut für Neue Materialien und entwickelte dort sphärische Mikrolinsen auf Sol-Gel-Basis. Nach ihrem Studienabschluss im Jahr 2000 war sie in einem Beschichtungsunternehmen mit dem Schwerpunkt in der Qualitätssicherung von gesputterten Großflächenbeschichtungen für die Fensterglasveredelung tätig.

Seit dem Jahr 2001 arbeitet sie im Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST im Bereich der Mikro- und Sensortechnologie. Dort entwickelt sie neue Schichtsysteme mit sensorischen Fähigkeiten, die direkt auf Bauteiloberflächen in die Hauptbelastungszonen appliziert werden, wie die DiaForce®-Schicht, die zur Kraftmessung in Lagern von Spindelantrieben in Stanzanlagen oder in Blechtiefziehmaschinen integriert wird und dort die Prozesse kontrolliert. Auch die intelligente Unterlegscheibe (s. S. 3) ist ein Produkt auf Basis dieser DiaForce®-Schicht, die in Kombination mit Aktoren zur aktiven Schwingungsreduzierung eingesetzt werden kann. Aber auch Temperatur-, Verschleiß- und Gassensoren gehören in ihren Entwicklungsbereich. Im Jahr 2007 wurde sie Gruppenleiterin der Mikro- und Sensortechnologie, der das Gebiet der Adaptronik zugeordnet ist. Seitdem ist sie auch die Ansprechpartnerin für die FAA im Fraunhofer IST.



EVENT

Hannover Messe Industrie 2008 (Halle 2, Stand D 28)

Nach dem erfolgreichen Auftritt des Fraunhofer FAA im letzten Jahr und der positiven Resonanz unserer Partner und Besucher wird von der FAA auch dieses Jahr ein Technologiestand Adaptronik auf der Hannover Messe Industrie organisiert. Gemeinsam mit Partnern aus Forschung und Wirtschaft werden verschiedene Lösungsansätze im Bereich der aktiven Systeme präsentiert. So werden auf dem Gemeinschaftsstand Adaptronik eine Tankklappe auf Basis von Formgedächtnislegierungen, eine aktive, lärmreduzierte Pkw-Ölwanne, ein Trainingsgerät mit hydraulisch-elektroreologischem Widerstandsgeber, ein berührungsloses, aktives Transportsystem für partikelfreie Fertigung, aktive Interfaces zur Schwingungsdämpfung und ein Beispiel zur Reduktion von Kompressorschwingungen gezeigt.

Wenn Sie Interesse haben, uns auf der Hannover Messe Industrie vom 21. bis 25. April zu besuchen, finden Sie uns in Halle 2, Stand D 28. Einen Link zu einem kostenlosen E-Ticket für die Hannover Messe Industrie finden Sie in der E-Mail oder erhalten Sie auf Anfrage.

PROJEKTE

Intelligente Unterlegscheiben messen die Spannkraft in Schraubverbindungen

Die Bestimmung von Spannkraften in Schraubverbindungen wird durch die am Fraunhofer IST entwickelte Dünnschichtsensorik ermöglicht. Die Unterlegscheibe wird mit einer nur wenige Mikrometer dicken Sensorschicht DiaForce® beschichtet, die aus amorphem Kohlenwasserstoff besteht und im Schraubvorgang ihren Widerstand ändert.

Die Sensorsysteme weisen neben diesem piezoresistiven Verhalten auch ein thermoresistives auf. Wenn sich das Sensorsystem erwärmt, fällt der Widerstand exponentiell ab. Dieser Einfluss lässt sich mit geeigneter Mikrostrukturierung und Brückenschaltungen, wie man sie aus der DMS-Technologie kennt, kompensieren.

Mit diesen intelligenten Unterlegscheiben ist es möglich, Kräfte und Temperaturen statisch (Bild 1) wie auch dynamisch zu messen. Die Gesamtschichtdicke des Sensoraufbaus liegt bei maximal 10 µm. Daher lassen sie sich im Gegensatz zu handelsüblichen Kraftmesssystemen problemlos in jede Schraubverbindung integrieren. Da Schichtsystem außer den sensorischen auch exzellente tribologische Eigenschaften aufweist (Härte 40 GPa, Reibwert 0,2), halten die intelligenten Unterlegscheiben auch sehr hohen Belastungen stand. Sie eignen sich hervorragend für Sicherung bzw. das Monitoring von Schraubverbindungen, können aber auch direkt in die Laufbahn von Lagern eingearbeitet werden, wo die Schichten jeden einzelnen Wälzkörperkontakt detektieren.

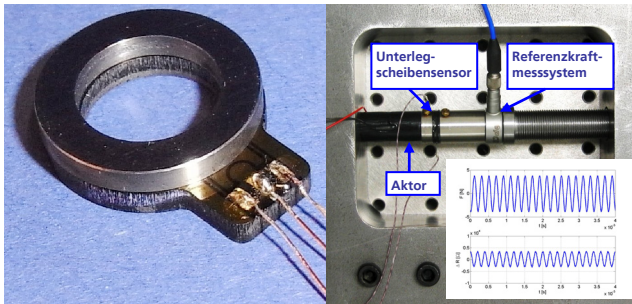


Bild 1: Unterlegscheibensensor

Bild 2: Dynamische Lastwechsel bis zu 5 kHz werden durch einen Aktor auf die Dünnschichtsensorik ausgeübt.

Für adaptronische Anwendungen werden diese Sensorsysteme mit Aktoren kombiniert, um z.B. als Sensor-Aktorsystem eine kraftgeregelte aktive Schwingungsreduzierung zu bewirken. In einem gemeinsamen Projekt mit dem Fraunhofer LBF wurden solche Systeme getestet (Bild 2). Im Forschungsprojekt InGuss, an dem die Fraunhofer-Institute IFAM, LBF, IIS, IAIS und das IST beteiligt sind, werden solche Sensor-Aktorsysteme direkt in einem metallischen Bauteil vergossen.

Kontakt: Dipl.-Ing. Saskia Biehl,
Fraunhofer IST, Braunschweig
Tel.: +49 531 2155-604
saskia.biehl@ist.fraunhofer.de

Integrierte Piezoaktoren für Mikrosysteme

Piezokeramische Dickschichten auf Basis von Bleizirkonattitanat (PZT) bieten die Möglichkeit integrierter Systemlösungen in der Mikrosystemtechnik und Mikrooptik. Der Aufbau aus Grundelektrode, PZT-Dickschicht und Deckelektrode erfolgt über Siebdrucktechnologie und wiederholte Wärmebehandlung. Das Verfahren gewährleistet neben einer sehr guten technologischen Reproduzierbarkeit die direkte, stoffschlüssige Applikation strukturierter Schichtaktoren auf Substraten der Mikrosystemtechnik wie ZrO_2 , Al_2O_3 , Silizium und Low Temperature Cofired Ceramics (LTCC).

Deformierbare Spiegel werden in der adaptiven Optik z.B. für die Kompensation der Aberration astronomischer Bilder durch Turbulenzen in der Erdatmosphäre benötigt. In Zusammenarbeit mit dem Active Structures Laboratory der Universität Brüssel wurde ein Demonstrator für einen Bimorph-Spiegel, bestehend aus einem Silizium-Wafer mit einem Durchmesser von 150 mm und 91 strukturierten Dickschicht-Piezoaktoren, hergestellt und getestet. Durch gezielte Ansteuerung der Einzelaktoren konnten Abbildungsfehler mit zweifacher (Astigmatismus) und dreifacher (Trefoil) Symmetrieachse experimentell nachgebildet werden. Im Anwendungsfall sollen diese Bildfehler dann kompensiert werden.

PROJEKTE

Die erzielten Ergebnisse zu den Dickschichtaktoren lassen eine breite technische Nutzung in der Mikrosystemtechnik und der adaptiven Optik erwarten.



Bild 1: Schichtaktor-Array mit Anschlussleitungen.

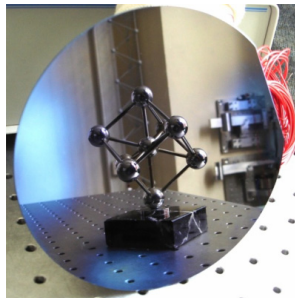


Bild 2: Vorderseite des adaptiven Spiegels (Foto ULB Brüssel).

Kontakt: Dr. Sylvia Gebhardt,
Fraunhofer IKTS, Dresden
Tel.: +49 351 2553-694
sylvia.gebhardt@ikts.fraunhofer.de

Adaptronisches Gelenk

Die Flexibilisierung der Fertigung im Karosseriebau erfordert, Bauteile mit lokal konstruktiv verschiedenen Auslegungen im schnellen Wechsel bearbeiten zu können, ohne dass für eine Umrüstung der Anlage der Produktionsprozess gestoppt werden muss. Eine flexible Spanntechnik für das Schweißen von Karosseriebauteilen, deren Spannmodule sich gegebenen Bauteilgeometrien anpassen, ist ein wesentlicher Bestandteil einer wirtschaftlichen Lösung.

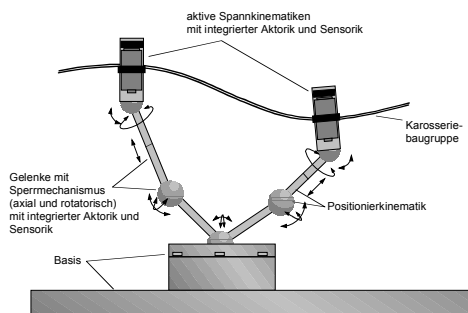


Bild 1: Prinzipdarstellung einer flexiblen Spannvorrichtung.

Bild 1 zeigt den Grundaufbau des neuartigen Spannsystems. Die modulare Bauweise der Einzelmodule gewährleistet im Rahmen des Gesamtprojekts die Adaption an die Systemkomponenten der Projektpartner. Die notwendige Grobposition kann durch klemmbare Steckplätze bestimmt werden. Das Umsetzen und Feinpositionieren vor der abschließenden Klemmung übernimmt beispielsweise der Schweißroboter. Aus Sicherheitsgründen erfolgt das Klemmen der Positionierkinematiken passiv, beispielsweise durch die Klemmkraft erzeugenden Tellerfedern. Für das Aufheben der Klemmung wurde als ausgewählte Lösung das piezoelektrische Wirkprinzip favorisiert. Nur für den kurzzeitigen Übergangs-

vorgang bis zum endgültigen Lösen der Klemmung ist eine Energiezufuhr notwendig. Hohe Kraftdichten sind erreichbar. Die für piezoelektrische Aktoren typische Kurzhubigkeit erforderte eine sehr steife Auslegung der im Kraftfluss befindlichen Komponenten. Bild 2 zeigt den gemeinsam mit HLS Ingenieurbüro GmbH & Co. KG entwickelten Demonstrator mit drei Klemmstellen zur Gewährleistung des erforderlichen Bewegungsbereiches. Die Ansteuerspannung für die piezoelektrischen Stapelaktoren liefert ein DC-DC-Wandler mit einer eingangsseitigen Spannungsebene für Leistungs- und Steuersignale von 24 V. In hinsichtlich des Bauraumes minimierter Ausfertigung kann er direkt am Einzelmodul angebracht werden. Das Aufheben der Klemmung und das erneute Klemmen nach Abschluss des Positioniervorgangs werden an die Steuerung zurückgemeldet.

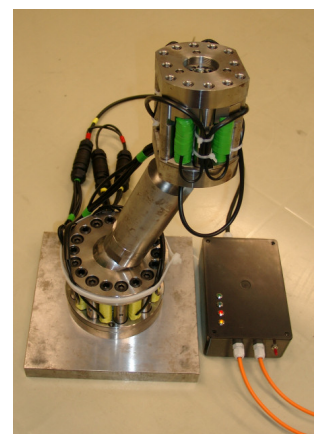


Bild 2: Demonstrator.

Kontakt: Dr. Welf-Guntram Drossel,
Fraunhofer IWU, Chemnitz
Tel.: +49 371 5397-1304
welf-guntram.drossel@iwu.fraunhofer.de

Aktive Verbundwerkstoffe für eine peristaltische Mikropumpe

Im Rahmen eines BMBF-Verbundprojektes wird eine nach dem peristaltischen Prinzip operierende piezoelektrische Mikropumpe entwickelt, die als Kernkomponente in implantierbaren Infusionspumpen und in Dosiereinrichtungen für Mikrofertigungsprozesse einsetzbar sein soll. Die Herausforderungen für den Einsatz im menschlichen Körper bestanden darin, mit nur 60 Volt Ansteuerspannung einen Hub von mindestens 20 μm zu erreichen und auch sehr kleine kontinuierliche Flussraten von 0,2 bis 2 ml/Tag einzuregeln. Zur technischen Realisierung wurde ein Verbundwerkstoff mit piezoelektrischen Keramikfolien (PZT) entwickelt. Das Designkonzept basiert auf zwei seitlich miteinander verbundenen aktiven Platten, die aus in Reihe angeordneten piezoelektrischen Biegeelementen bestehen. Die peristaltische Verformung wird durch sukzessive elektrische Ansteuerung dieser Biegeelemente erzielt (Bild 1).

Das Fraunhofer IWM ist sowohl in der Entwicklungs- als auch in der Testphase mit zwei Schwerpunkten beteiligt:

1. Anhand numerischer Parameterstudien wurde das Aktuator- und Pumpendesign konzipiert und im Zusammenspiel mit den Kooperationspartnern, deren Aufgaben in der Fertigung der Werkstoffe und Komponenten sowie im Bereich Ansteuerelektronik und Biokompatibilität liegen, verbessert.
2. An den gefertigten Bauteilen werden fortlaufend experimentelle Untersuchungen zu Einsatzgrenzen und Lebensdauer der entwickelten Verbundmaterialien durchgeführt. Aufgrund der kleinen Abmessungen der Probekörper wurden miniaturisierte Tests, insbesondere Zug- und Biegeversuche (Bild 2), eingerichtet und unter quasistatischer und zyklischer Belastung durchgeführt.

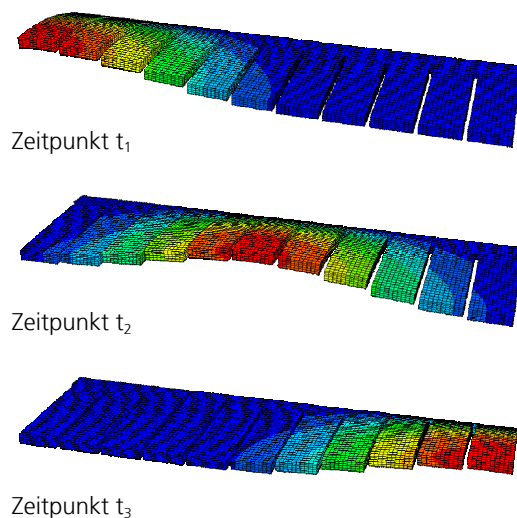


Bild 1: FEM-Simulation der Verformung des Pumpenarrays, Achtel-Modell, Verformung überhöht dargestellt.

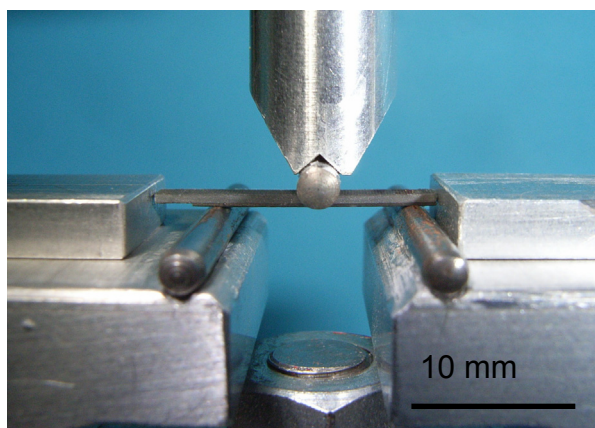


Bild 2: Miniaturisierte Dreipunkt-Biegeanordnung zur Ermittlung von Bruchdehnung und Lebensdauer der Biegeelemente.

Mit den einzelnen Biegeelementen sowie den ersten Pumpen-Versuchsmustern wurde der vorherberechnete Hub erreicht und mit laseroptischen Methoden nachgewiesen. Dabei bleiben die erreichten Verformungen jeweils deutlich unterhalb der Bruchdehnungen der verwendeten Materialien. In der verbleibenden Projektlaufzeit sollen die Fertigungstechnologien weiter verbessert, die Systemeinbindung vorbereitet und der Nachweis der geforderten Pumpleistung und Lebensdauer erbracht werden.

Kontakt: Dr. Bärbel Thielicke,
Fraunhofer IWM, Freiburg
Tel.: +49 761 5142-192
baerbel.thielicke@iwm.fraunhofer.de

Wussten Sie, dass...

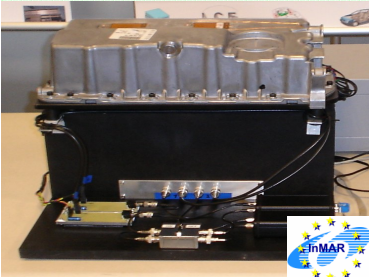
...die FAA an der ersten Veranstaltung **Tomorrow+** in dem neuen BMW-Gebäude in München teilgenommen hat?



...das IWM die erste **Exzellenz-Akademie Material, Wissenschaft und Werkstofftechnik** leiten wird?

...das **Innocluster Automotive Quality Saar** erfolgreich gestartet ist? Unter anderem sind auch die FAA-Partner IZFP, LBF und IFAM daran beteiligt.

...am 10. April die Abschlussveranstaltung des EU-Projekts **InMAR** mit FAA-Partnern im Konferenzzentrum „Darmstadtium“ stattfindet?



...am 7. März beim EU-Projekt **APROSYS** (SP 6 Intelligent Safety Systems) Abschlusscrashtest ein LBF-Crashaktor auf SMA-Basis die Intrusion beim Seitenaufprall um bis zu 90 mm reduzierte?



PROJEKTE

Zuverlässige sensornahe Elektronik zur Strukturintegration

Für die Anwendung in einem „Condition Monitoring System“, das am Prüfobjekt verbleiben und dieses ständig überwachen soll, wurde sensornahe Elektronik entwickelt. Ein Systemmodul auf Hybridbasis dient der Auswertung akustischer Plattenwellen in einem Frequenzbereich von bis zu mehreren 100 kHz. Die nahe an den akustischen Sensoren platzierte Elektronik kann mittels Flexverbindungen flexibel an viele Prüfings-Geometrien angepasst werden und ist somit für eine Strukturintegration geeignet. Im Einsatz muss die Lebensdauer des Prüfsystems höher sein als die des Prüfobjektes. Dementsprechend wurden Zuverlässigkeit und Lebensdauer des Systems optimiert und in Langzeittests erprobt. Bild 1 zeigt den Systemaufbau mit den Flexverbindungen (Fertigung RHe microsystems GmbH).

Die Auswertung der Sensorsignale erfolgt innerhalb der Elektronik durch einen leistungsfähigen digitalen Signalprozessor. In einem Massenspeicher können ausgewertete Sensordaten von bis zu 2 Gigabyte abgelegt werden. Die Elektronik kommuniziert wahlweise über mehrere digitale Standardinterfaces mit übergeordneten Auswerterechnern. Für die Stromversorgung der Gesamtelektronik wird lediglich eine Rohspannung benötigt. Die Elektronik kann Signale von ein oder zwei Sensoren auswerten. Die Abgabe von konfigurierbaren Sendesignalen an einen Aktuator ist ebenfalls möglich.

Bild 2 zeigt einen Laboraufbau zur Bestimmung der Wandstärke von Rohrleitungen. Das Messsystem besteht aus je zwei Piezo-Faser-Sensoren mit integriertem Vorverstärker, die an je ein hybrides Analogboard angeschlossen wurden. Das hybride Digitalboard zur Datenvorverarbeitung und -speicherung ist über Flexleitungen verbunden. Zur Bewertung werden die Daten via CAN-Bus-Interface zu einem externen PC übertragen.

Kontakt: Dr. Dieter Hentschel,
Fraunhofer IZFP, Dresden
Tel.: +49 351 88815-540
dieter.hentschel@izfp-d.fraunhofer.de

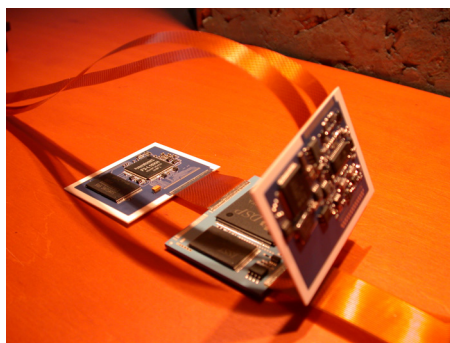


Bild 1: Systemaufbau mit Flexverbindungen.



Bild 2: Laboraufbau zur Bestimmung der Wandstärke.

Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST

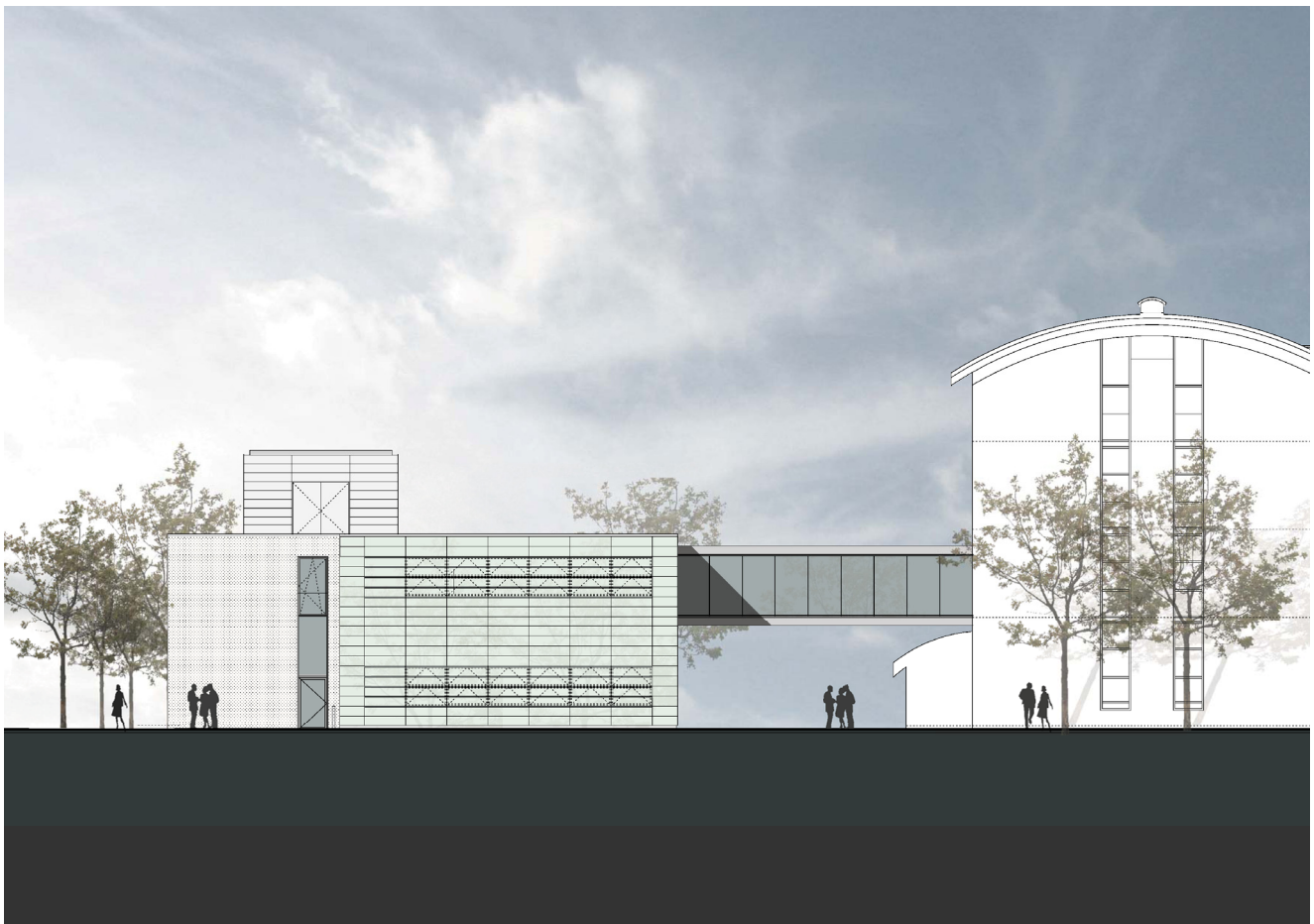
Das Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST bündelt als industrienahes FuE-Dienstleistungszentrum Kompetenzen auf den Gebieten Schichtherstellung, Schichtanwendung, Schichtcharakterisierung und Oberflächenanalyse. Zahlreiche Wissenschaftler, Techniker und Ingenieure arbeiten daran, Oberflächen der verschiedensten Grundmaterialien neue oder verbesserte Funktionen zu verleihen, um auf diesem Wege innovative, marktgerechte Produkte zu schaffen. Zurzeit ist das Institut in den Geschäftsfeldern Maschinenbau und Fahrzeugtechnik, Werkzeuge, Energie, Glas und Fassade, Optik, Information und Kommunikation sowie Mensch und Umwelt tätig.

Zur Bearbeitung dieser Geschäftsfelder nutzt das Institut seine Kompetenzen in den folgenden Bereichen: Niederdruckverfahren, elektrische und optische Schichten, superharte Schichten, Kunststoffmetallisierung, Atmosphärendruckverfahren, Mikro- und Nanotechnologie, Reibungsminderung und Verschleißschutz, Korrosionsschutz, Analytik und Prüftechnik.

Entsprechend dem Querschnittscharakter von Schicht- und Oberflächentechnologien kooperiert das Institut mit einer großen Zahl von Lohnbeschichtern, Anlagenbauern und Schichtanwendern aus den unterschiedlichsten Branchen.

Das Institut erhält zur Zeit einen Neubau, welcher über einen Durchgang mit dem bestehenden Institutsgebäude verbunden sein wird. Bezugsfertig wird der Neubau Anfang 2009 sein.

www.ist.fraunhofer.de



DIE BETEILIGTEN INSTITUTE

Fraunhofer-Institut für Kurzzeiddynamik, Ernst-Mach-Institut **EMI**, Freiburg

Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme **IAIS**, Sankt Augustin

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und angewandte Materialforschung **IFAM**, Bremen

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen **IIS**, Erlangen

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme **IKTS**, Dresden

Fraunhofer-Institut für Silicatforschung **ISC**, Würzburg

Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik **IST**, Braunschweig

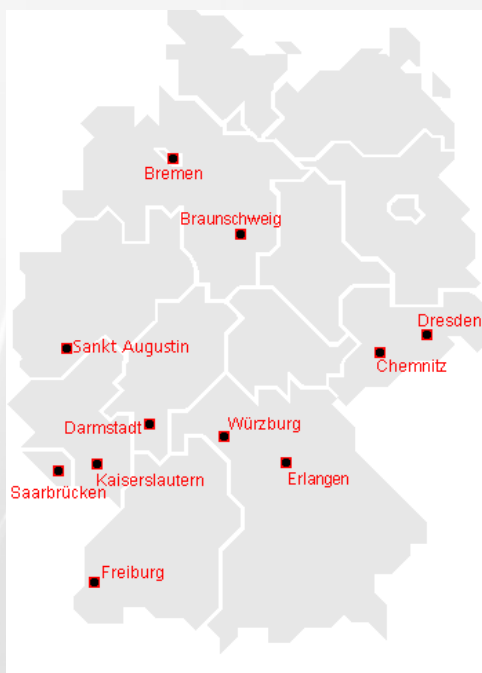
Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik **ITWM**, Kaiserslautern

Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik **IWM**, Freiburg

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik **IWU**, Dresden

Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren **IZFP**, Saarbrücken

Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit **LBF**, Darmstadt



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:

Dr.-Ing. Tobias Melz

Allianzsprecher:

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka

Redakteurin:

Julie Lorenz



Fraunhofer

**Allianz
Adaptronik**