



Interview

Technologie der Zukunft

Professor Hans Meixner, einer der Gewinner des Deutschen Zukunftspreises 2005, über die Piezo-Technologie.

COMPONENTS: Für das Projekt Piezo-Injektoren: Neue Technik für saubere und sparsame Diesel- und Benzinmotoren wurden Sie mit dem Deutschen Zukunftspreis 2005 ausgezeichnet. Welche Innovationsleistung wurde damit konkret gewürdigt?

Professor Hans Meixner: Die Piezo-Injektoren basieren auf zwei wesentlichen Innovationen: zum einen der Entwicklung und Fertigung des Piezo-Aktuators an sich, mit dem sich die Kraftstoffeinspritzung genau dosieren lässt. Die zweite Innovationsleistung war, im Piezo-Einspritzsystem das Piezo-Schaltelement so zu nutzen, dass seine Vorteile voll zum Tragen kommen. Ich meine, das Ergebnis ist überzeugend: Die Piezo-Injektoren sind den Einspritzsystemen mit herkömmlichen Magnetstellern deutlich überlegen.

Inwieweit?

Der Piezo-Effekt wird genutzt, um bei Direkteinspritzsystemen den Öffnungs- und Schließmechanismus des Einspritzventils zu betätigen. Die piezoelektrisch gesteuerten Injektoren sind erstens extrem schnell und bringen zweitens eine ungeheure Kraft auf. Mit Schaltzeiten von nur zirka 80 Mikrosekunden sind Piezos vier- bis fünfmal schneller als herkömmliche Direkteinspritzsysteme.

Und das bedeutet?

Mit Piezo-Einspritzventilen kann man den Treibstoff erheblich präziser dosieren. Außerdem kann während eines Verbrennungszyklus sechs bis zehn mal Kraftstoff eingespritzt werden. Damit erreicht man eine extrem feinfühligere Steuerung des Verbrennungsvorgangs mit der Folge, dass die Abgasemission gegenüber herkömmlichen Injektoren deutlich abgesenkt werden bei gleichzeitiger Steigerung der Effizienz. Übrigens würden wir mit Piezo-Injektoren die heute gültigen Abgasnormen (Euro 4) auch ohne Partikelfilter erreichen.

Was heißt dies konkret in Zahlen übersetzt?

Mit der präzisen Piezo-Einspritzung erreichen wir eine Verringerung von Schadstoffen – seien es Stickoxide oder Dieselpartikel – um bis zu 30 Prozent. Der Kraftstoffverbrauch lässt sich um bis zu 15 Prozent senken und die Motorleistung um zirka fünf Prozent steigern. Außerdem wird das Motorengeräusch um fast sechs Dezibel leiser.

Welche Rolle spielt die Serienfertigung von Piezo-Aktuatoren, die EPCOS nach wie vor als einziger Bauelementhersteller beherrscht?

Zweifelloso macht die Beherrschung der Serienfertigung einen Teil der Innovationsleistung aus, für die wir ausgezeichnet worden sind. Wir Forscher und Entwickler können in unseren Labors zwar vielleicht 100 solcher Aktuatoren herstellen. Jedoch erst durch die Serienherstellung verbessert sich die Qualität wesentlich, die Kosten sinken erheblich. Das große Verdienst von EPCOS war daher die Entwicklung der Piezo-Aktuatoren zur Serienreife. Das war schon ein wichtiger Meilenstein zur Realisierung der Piezo-Injektoren. Deshalb ist auch die Zusammenarbeit

Company & Trends

von Forschung und Entwicklung mit den operativen Bereichen so wichtig und mitentscheidend, wenn neue Produkte erfolgreich im Markt etabliert werden sollen.

Zurück zu Ihrer F-und-E-Leistung, Herr Professor! Was waren die großen technischen Herausforderungen?

Es stellte sich als schwierig heraus, einen belastbaren Piezo-Aktuator zu bauen, mit dem eine Einspritznadel bewegt werden kann. Unser erster Ansatz mit aufeinander geklebten Piezo-Plättchen führte nicht zum Erfolg, weil der Kleber die Ausdehnung des Piezo-Materials, die bei angelegter Spannung auftritt, teilweise auffing. Gerade diese Ausdehnung des piezoelektrischen Materials wollten wir aber zum Bewegen der Einspritznadel nutzen. Der Aufbau eines funktionierenden Aktuators mit geringen Schaltzeiten gelang uns erst durch die Nutzung des piezoelektrischen Quereffekts. Der Durchbruch für die Serienherstellung erfolgte aber durch die keramische Vielschicht-Technologie. Mit dieser Technologie wurden Ende der achtziger Jahre in unserem Werk im österreichischen Deutschlandsberg, damals noch zu Siemens und heute zu EPCOS gehörig, andere keramische Bauelemente bereits erfolgreich in Serie produziert. Inzwischen haben Materialforscher von Siemens und EPCOS die verwendete piezoelektrische Keramik durch die Beigabe von Blei- und Zirkonoxiden auf die thermischen Bedingungen von Diesel- und Benzinmotoren abgestimmt. Das funktioniert, weil sich bei Piezo-Materialien die Curie-Temperatur, ab der das Material seine piezoelektrischen Eigenschaften verliert, nahezu beliebig beeinflussen lässt. Inzwischen sind Piezo-Keramiken verfügbar, bei denen die Curie-Temperatur bis auf 350 Grad Celsius nach oben verschoben ist.

Wieso müssen die piezoelektrischen Plättchen gestapelt werden?

Damit sich größere piezoelektrische Kristalle oder Keramikblöcke nennenswert ausdehnen, müssten sehr hohe Spannungen angelegt werden. Um den Piezo-Effekt in einer einzelnen dünnen Keramikschicht von zirka 80 Mikrometer Dicke auszulösen, reichen hingegen 160 Volt. Allerdings ändert sich die Schichtdicke dadurch nur um etwa einen Zehntel Mikrometer. Der entscheidende Trick ist also, viele solcher Schichten zu stapeln, monolithisch zu sintern und elektrisch parallel zu schalten. Bei mehreren hundert übereinander liegenden Piezo-Schichten erreicht man schließlich eine nutzbare Längenänderung bis zu 80 Mikrometer. Mit einem solchen Stapel kann dann eine Kraft von rund 2500 Newton erzeugt werden.

Wie lange wurde an der Nutzung des Piezo-Effekts für die Einspritzung im Automobil gearbeitet?

Siemens hat über Jahrzehnte hinweg seine intensive Forschung mit piezokeramischen Materialien vorangetrieben. Bereits 1980 wurden erste Ideen für einen Piezo-Injektor entwickelt, die wir dann Ende der Achtziger, fast zur selben Zeit wie die Kollegen von Bosch, der Automobilindustrie vorgestellt haben. Damals aber war die Zeit für diese Anwendung noch nicht reif.

Warum nicht?

Weder das Umweltbewusstsein noch die Abgasgesetzgebung hatten damals den heutigen Stellenwert. Der Liter Benzin kostete vor 20 Jahren umgerechnet weniger als 60 Cent; heute muss der Autofahrer das Doppelte berappen. Die immer häufiger auftretenden Naturkatastrophen zeigen uns, dass es mit unseren Kohlendioxidemissionen so nicht weitergehen kann. Durch die Piezo-Einspritztechnik leisten wir einen wesentlichen Beitrag zu einem schonenden Umgang mit fossilen Rohstoffen und vermindern die durch Verbrennungsgase erzeugte Umweltbelastung.

Welche Einsatzmöglichkeiten sehen Sie neben den Piezo-Injektoren?

Außerhalb des Automobilbereichs sind piezoelektrische Elemente vor allem in der Kommunikationstechnik im Einsatz. Zum Beispiel werden schon heute piezokeramische Materialien als Mikrofone und Lautsprecher in den Sprech- und Hörkapseln von Telefonen verbaut. So genannte Buzzer – das sind piezoelektrische Tongeber – sind in Handys zu finden und erzeugen etwa das Klickgeräusch der Tasten. Ein ganz anderes Einsatzfeld ist die Medizintechnik, wo piezoelektrische Sensoren, beispielsweise in Ultraschallgeräten oder zur Durchflussmessung eingesetzt werden. Die Zukunft gehört meiner Meinung nach auch den piezoelektrischen Motoren, die extrem leistungsfähig sind. Sie können lineare und rotierende Bewegungen ausführen, und zusätzlich lassen sich sehr langsame, aber auch sehr schnelle Bewegungen präzise steuern. Und das alles ohne ein Getriebe.



ZUR PERSON PROFESSOR HANS MEIXNER

Bis Herbst 2004 leitete der Physiker Hans Meixner die Abteilung Sensor- und Aktuatorssysteme bei Siemens Corporate Technology. Hier hatten er und sein Team die grundlegenden Forschungsarbeiten für die Entwicklung der Piezo-Einspritzsysteme bei Siemens geleistet. Seitdem er 1973 in die zentrale Forschung und Entwicklung von Siemens eintrat, beschäftigte er sich mit einem breiten Spektrum an Forschungsgebieten, wie zum Beispiel Halbleiterlaserdioden, halbleitenden Barium-Blei-Titanat-Keramiken, neuen Farbdrucktechniken, grundlegenden Anwendungen von piezoelektrischen Materialien für Sensor- und Aktuatorenanwendungen, Raster- und Tunnelmikroskopie sowie Chemo- und Biosensorik. Heute ist der 67-jährige bei Siemens Corporate Technology noch als Berater tätig. Im Laufe seiner F&E-Karriere meldete Meixner über 300 Patente an, insbesondere im Jahre 1980 mit Kollegen ein Patent für Piezo-Injektoren zur Kraftstoffeinspritzung. Viele weitere Patente auf diesem Gebiet folgten.

Neben der Forschungstätigkeit bei Siemens ist Meixner zum Beispiel für die Universität der Bundeswehr und die Technische Universität Budapest aktiv, wo er sowohl Diplomanden als auch Doktoranden betreut und ausbildet.

Er ist Mitglied mehrerer Gremien wie beispielsweise als Industrial Advisory Board Member of the Berkeley Sensor and Actuator Center an der University of California, Kurator der Fraunhofer Gesellschaft oder als Beirat des Forschungszentrums Karlsruhe.

Seit 2006 betreut Meixner die Clusterplattform Sensorik und Leistungselektronik in Bayern, die sich als ein Teil der staatlichen Innovationsförderung durch die Organisation der Netzwerkbildung von Wirtschaft und Wissenschaft versteht.