

Area 3 – Sensornetzwerke: Projektergebnisse



Gefördert vom



**Bundesministerium
für Bildung
und Forschung**

Area 3 – Sensornetzwerke

Kabellose Sensoren für die Strukturüberwachung

Area Manager

Dr.-Ing. Dieter Hentschel, Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren (IZFP) Dresden

Kurzbeschreibung Area 3:

Im Rahmen des Spitzenclusters Cool Silicon entwickeln Wissenschaftler energieautarke und drahtlose Sensorsysteme, unter anderem für die Materialüberwachung in Umgebungen, in denen traditionelle Kontrollmethoden nicht anwendbar sind.

Projektergebnisse für den „Technical Showcase“ –

Energieautarke Sensornetzwerke:

In allen Lebensbereichen nimmt die Bedeutung der Aufnahme, Weiterleitung und Verarbeitung von Messgrößen zur Steuerung sowie Überwachung von Vorgängen aller Art zu. Ob in den Bereichen Gesundheit, Verkehr, Bauwerke oder der verarbeitenden Industrie – die Anzahl von Sensoren wächst weltweit. Nach aktuellen Studien rechnen die Forscher im Jahr 2017 etwa 1.000 Sensoren auf jeden Menschen. Gleichzeitig werden diese Sensoren immer mehr miteinander vernetzt und kommunizieren somit auch verstärkt untereinander. Die Basis für den Betrieb all dieser Systeme ist Energie. Das Spitzencluster „Cool Silicon“ erforscht und entwickelt Systeme im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie, die die vorhandene Energie möglichst effizient nutzen. Besonders im Anwendungsbereich von Sensoren ist es jedoch häufig gar nicht erst möglich, die Systeme überhaupt an ein Energieversorgungsnetz anzuschließen, d.h. die Systeme müssen energieautark funktionieren, sich selbst versorgen.

Projektziel

Das Hauptziel der Projekte im Schwerpunkt **Energieautarke Sensornetzwerke** ist die Erforschung sowie der Aufbau eines sich selbst versorgenden Sensorknotens für die Überwachung von Flugzeugstrukturen aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK). Denn die Gewichtsvorteile dieses leichten Materials können nur genutzt werden, wenn die Energie- und Datenversorgung ohne zusätzliche Kabel auskommt: Würden beispielsweise alle

Sensoren in zukünftigen CFK-Flugzeugstrukturen per Kabelverbindung mit Strom versorgt und würden diese Sensoren dann zudem auch per Kabel miteinander kommunizieren, dann wäre der Gewichtsvorteil von CFK-Werkstoffen durch das Gewicht der zusätzlichen Kabel schnell aufgebraucht. Zusätzlich würden die Kabel in den CFK-Flugzeugteilen zusätzliche Fehlstellen erzeugen. Für die Überwachung neuer Materialien sowie von Leichtkonstruktionen hat sich das Spitzencluster Cool Silicon daher zum Ziel gesetzt, energieautarke Sensornetzlösungen zu entwickeln.

Das Projekt **CoolSensorNet** erforscht für die Umsetzung dieses Ziels die komplette Elektronik-Kette, bestehend aus Sensoren, analoger Elektronik, A/D-Wandlern, Prozessorsystemen und der Telemetrieinheit. Die Anforderungen an die Sensorsysteme – klein, robust, energieautark, vernetzt (und preiswert) zu sein sowie die bis ans Ende dieses Jahrhunderts reichende Roadmap der Flugzeugindustrie für „intelligente Materialien“, so genannter „smart materials“ – sind hierbei Orientierung und Benchmark zugleich. Im Projekt müssen neben mechanischen Aspekten, den Druckverhältnissen und Feuchtigkeitsschwankungen auch die besonderen Temperaturbelastungen im Bereich zwischen -55°C und 85°C berücksichtigt werden. Ferner legte sich Cool Silicon gemeinsam mit Airbus auf die Norm RTCA DO21/ 30 160 fest. Diese spezifiziert die Bedingungen für sicherheitsrelevante Baugruppen. Damit sind die Projektergebnisse nicht auf eine einzelne Zielstruktur begrenzt, sondern können auch die generellen Grundlagen für „mitfliegende Systeme“ in der Luftfahrt schaffen.

Im bisherigen Projektverlauf wurde das zu testende Systemkonzept für das Sensornetz definiert. Für die Kombination von Energy Harvesting System und Ultraschallwandler wurden 80 unterschiedliche Piezomaterialien hinsichtlich ihrer Polarisationsseigenschaften, d.h. ihrer Wandlereigenschaften und Wirkungsgrade untersucht. Dabei konnte die erfolgversprechende Piezokeramik PIC 255 identifiziert werden.

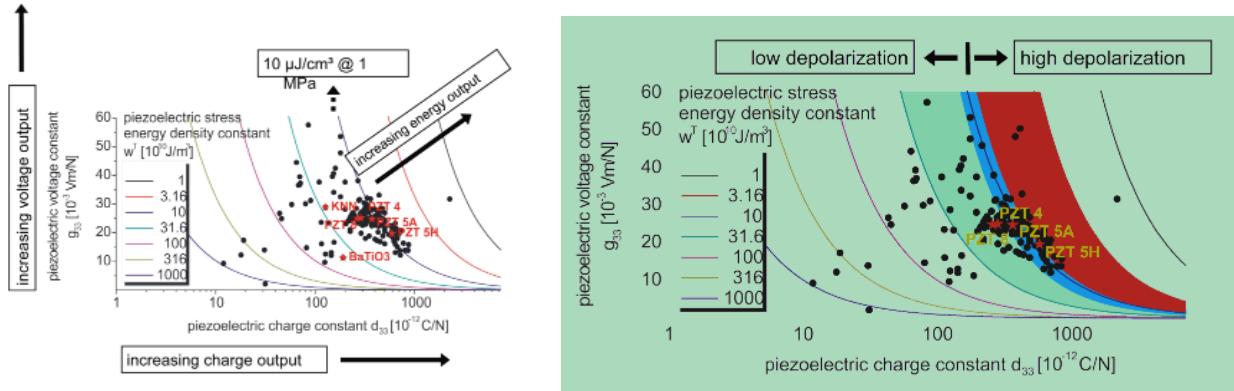


Abbildung 1: Auswahl der optimalen Piezomaterialien hinsichtlich Polarisierungseigenschaften

Als Ergebnis der bisherigen Projektarbeit liegen alle für das Projekt notwendigen Elektronikkomponenten vor. Abbildung 2 zeigt vereinfacht die Vereinigung der Komponenten zu einem vernetzungsfähigen Sensorknoten.

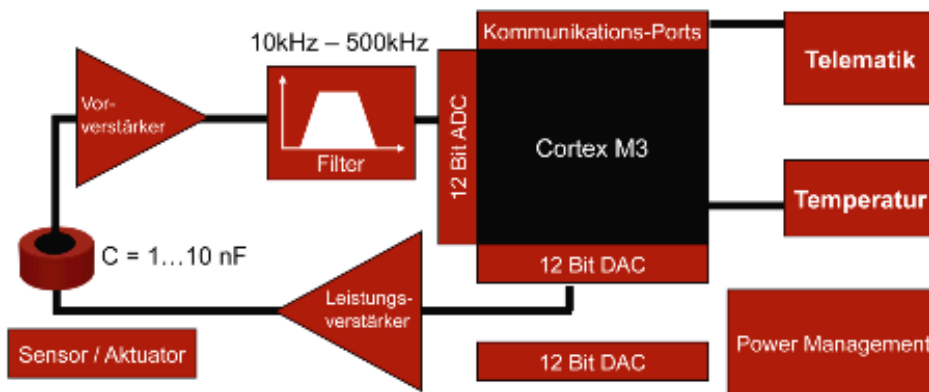


Abbildung 2: Sensorknoten für das Verfahren Acousto Ultrasonics

Für die Optimierung der Einzelkomponenten wurde die Kombination aus Energy Harvesting System und Ultraschallwandler auf eine CFK-Teststruktur aufgebracht und mit einem geeigneten Testsignal erprobt. Parallel dazu untersuchten die Forscher die durch die Vibration gewinnbare Energie. In den Voruntersuchungen konnte bereits nachgewiesen werden, dass die typischen Flugzeugschwingungen tatsächlich zur Energiegewinnung genutzt werden können.

Im Projekt **CoolSensorNet** ist es nun gelungen, das aus vier Piezo-Einzelementen bestehende Energy Harvesting System im Versuchsaufbau sowohl mechanisch als auch im realen Flugbetrieb (Schwingung 500Hz an der Abrisskante, Auslenkung im Mikrometerbereich) anzuregen. Die damit gewonnene Energie reicht aus, um in weniger als einer Minute einen Kondensator so weit aufzuladen, dass ein Mess- und Funk-Übertragungszyklus des Sensorknotens ausgeführt werden kann.

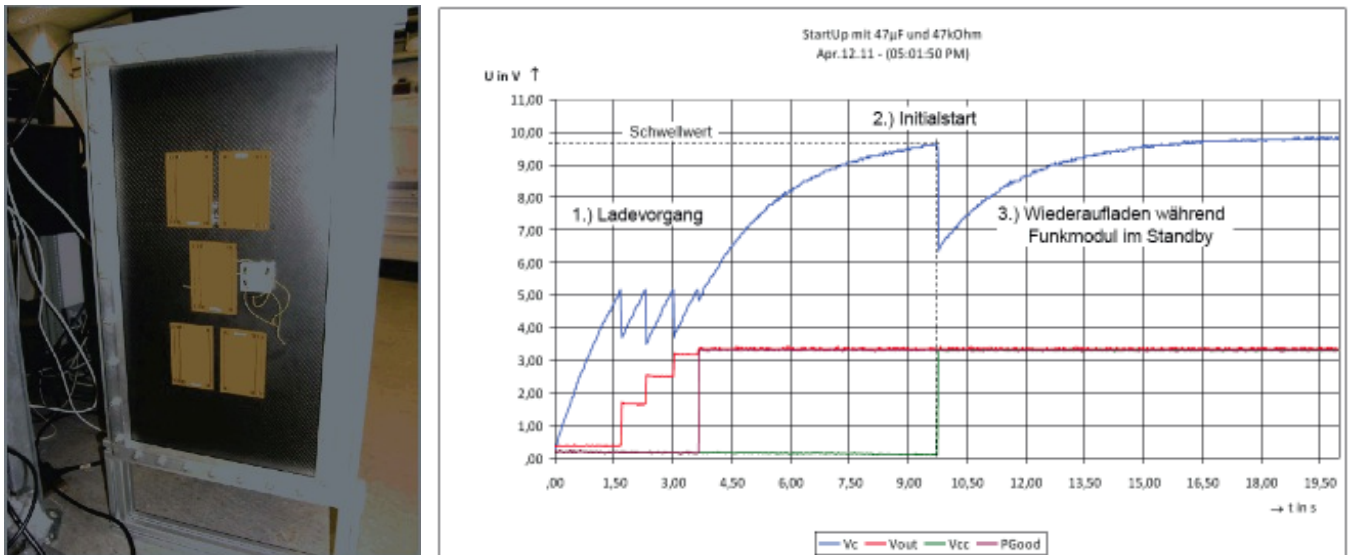


Abbildung 3: Demonstration des Energy Harvesting in realistischer Umgebung im Projekt CoolSensorNet. Im Bild links ist der Versuchsaufbau und im Bild rechts eine Messkurve des Spannungs- und Energieverlaufes am Sensorknoten dargestellt.

Somit ist es im bisherigen Projektverlauf schließlich gelungen, die grundsätzliche Machbarkeit energieautarker Sensorknoten für den Anwendungsfall „Flugzeug“ erfolgreich nachzuweisen. Im weiteren Projektverlauf werden nun die Grundlagen dafür geschaffen, dass auch die erforderliche Lebensdauer derartiger Systeme von über 20 Jahren gewährleistet werden kann.