

LOEWE-Zentrum AdRIA: Überblick über die Ergebnisse der Aufbauphase

Joachim Bös¹, Thilo Bein², Holger Hanselka^{1,2}

¹ *Fachgebiet Systemzuverlässigkeit und Maschinenakustik SzM, Technische Universität Darmstadt, 64289 Darmstadt, E-Mail: boes@szm.tu-darmstadt.de, hanselka@szm.tu-darmstadt.de*

² *Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF, 64289 Darmstadt, E-Mail: thilo.bein@lbf.fraunhofer.de, holger.hanselka@lbf.fraunhofer.de*

Einleitung

Das LOEWE-Zentrum AdRIA (Adaptronik – Research, Innovation, Application) [1] ist ein großes interdisziplinäres Forschungsprojekt in Darmstadt, das von der hessischen Landesregierung finanziert wird. Ziel ist der Aufbau und die nachhaltige Implementierung eines international führenden Forschungszentrums für Adaptronik am Wissenschaftsstandort Darmstadt. Neben dem federführenden Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF sind daran auch 22 Fachgebiete aus sechs verschiedenen Fachbereichen der TU Darmstadt sowie ein Fachbereich der Hochschule Darmstadt beteiligt. Die Gliederung und die inhaltlichen Ziele des Projekts LOEWE-AdRIA wurden bereits in [2] und [3] ausführlich dargestellt. Die erste Projektphase („Aufbauphase“) mit einer Laufzeit von drei Jahren wird im Sommer 2011 abgeschlossen sein, wobei das Projekt um weitere drei Jahre verlängert werden soll („Betriebsphase“). Dieser Beitrag gibt einen Überblick über die bisher in der Aufbauphase erzielten Projektergebnisse.

Ergebnisse der Aufbauphase

Infrastruktur und Personal

In der Aufbauphase stand neben den wissenschaftlichen Zielen vor allem die Struktur- und Profilbildung des LOEWE-Zentrums AdRIA im Vordergrund. Eine der zentralen Maßnahmen war der Aufbau der Forschungsinfrastruktur, die den Zukauf und die Sanierung eines Gebäudes für das LOEWE-Zentrum [2][3] und umfangreiche Investitionen in wissenschaftliche Geräte umfasste. In dem Gebäude findet ein Großteil der über LOEWE finanzierten Mitarbeiter ihre Heimat, wobei neben Büroflächen zusätzliche Laborkapazitäten bereitgestellt wurden. Darüber hinaus konnten 51 neue wissenschaftliche Stellen geschaffen werden. Ergänzt um das bereits vorhandene und über eingeworbene Drittmittel zusätzlich finanzierte Personal tragen mittlerweile mehr als 170 Personen zum Erfolg des LOEWE-Zentrums bei. Über die gemeinsam genutzte Infrastruktur und die anhand definierter Funktionsdemonstratoren fokussierten wissenschaftlichen Fragestellungen arbeiten alle Partner sehr eng vernetzt zusammen.

Demonstratoren der Leitprojekte

In der matrixförmigen Projektstruktur werden den zehn sog. Technologiebereichen drei sog. Leitprojekte als potenzielle Anwendungsszenarien gegenübergestellt [2][3]. Für jedes dieser Leitprojekte wurde jeweils ein Funktionsdemonstrator entwickelt, um daran die technologischen Neu- und Weiterentwicklungen implementieren und erproben zu können. Für

das Leitprojekt „Adaptives Auto“ wurde ein Motorlagerprüfstand (Abb. 1) aufgebaut, mit dessen Hilfe verschiedene passive und aktive Lagerungen für Motoren, Getriebe und sonstige Aggregate getestet werden können.

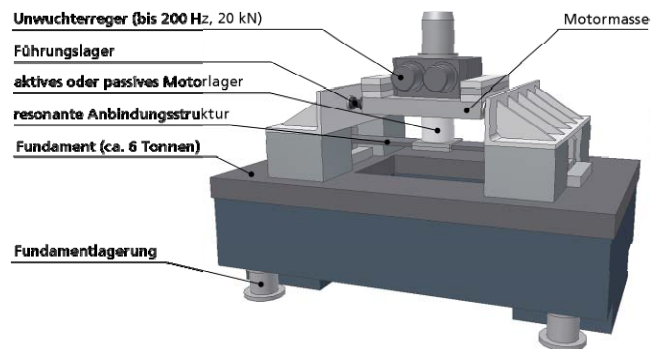


Abbildung 1: Funktionsdemonstrator Motorlager.

Für das Leitprojekt „Leises Büro“ entstand ein Akustik-Demonstrator als Abstraktion einer dünnen, schwingenden Plattenstruktur über einem abgeschlossenen Luftvolumen mit steifen Seitenwänden (Abb. 2). An dieser Platte werden flächige und diskrete Systeme zur aktiven Lärm- und Schwingungsminderung ausgelegt und getestet. Ziel numerischer Simulationen ist eine umfassende Integration nicht nur der Fluid-Struktur-Kopplung, sondern gleichzeitig auch der mechanisch-elektrischen Kopplung in die Modelle.

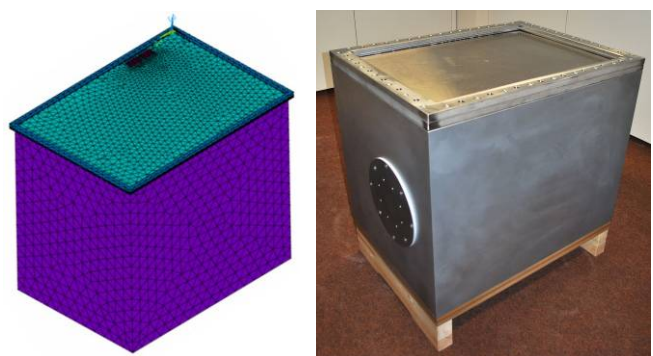


Abbildung 2: FE-Modell (links) und Hardware (rechts) des Akustik-Demonstrators.

Für das Leitprojekt „Adaptive Tilger“ wurde als Abstraktion für Brücken, Kräne und tragende Fahrzeug- oder Flugzeugstrukturen ein leicht erweiterbares Tragwerk mit einer Länge von 1,2 m und einer Masse von 40 kg aufgebaut (Abb. 3). An diesem Tragwerk wird ein System zur Schwingungsreduktion basierend auf räumlich verteilten adaptiven Tilgern entwickelt, welche ein Netzwerk miteinander kommunizierender Systeme bilden.

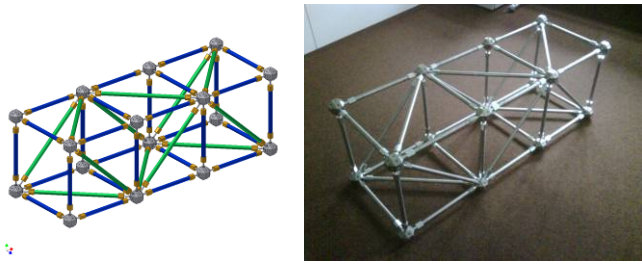


Abbildung 3: CAD-Modell (links) und Hardware (rechts) des Funktionsdemonstrators Tragwerk.

Ausgewählte Projektergebnisse der Technologiebereiche

Im Technologiebereich (TB) „Simulationswerkzeuge“ wurde eine integrierte Simulationsumgebung geschaffen, die den Entwurf komplexer adaptiver Systeme durch numerische Simulation und Optimierung ermöglicht. Der TB „Werkstoffe“ entwickelt neue Materialien für Anwendungen im Rahmen der Adaption. Schwerpunkte sind hierbei neue bleifreie Piezokeramiken, neue Hochtemperatur-Piezoelektrika (bis zu 400 °C), transparente funktionale Materialien und elektroaktive Polymere. Im TB „Aktoren und Sensoren“ lag der Fokus auf der Entwicklung autarker Sensornetze auf Basis strukturintegrierbarer, piezoresistiver Sensorelemente zur Dehnungsmessung, lautloser Stellantriebe (neuartige Piezoantriebe mit intrinsischer Kraft-/Momentenmessung, siehe Abb. 4) und von Polymer-Schwingungstilgern (dielektrische Elastomeraktoren mit neuartigen Elektromaterialien).

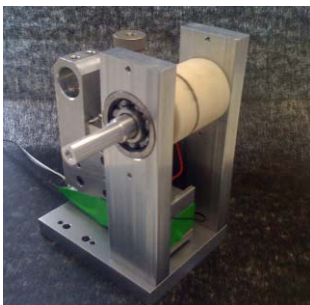


Abbildung 4: Piezoelektrischer Ultraschallmotor (70 mm x 60 mm x 90 mm) mit intrinsischer Drehmomentmessung.

Der TB „Embedded Systems“ beschäftigt sich mit der Entwicklung von spezieller Hard- und Software für energieeffiziente drahtlose Sensorknoten für die Messung von Struktur-schwingungen. Hier konnte ein guter Kompromiss zwischen der für (struktur-)akustische Fragestellungen erforderlichen Geschwindigkeit und Bandbreite der Messwerterfassung und -übertragung einerseits und dem dafür nötigen Energieaufwand andererseits gefunden werden. Auch die Möglichkeiten der Energiegewinnung aus vorhandenen Struktur-schwingungen (sog. energy harvesting) wurden untersucht. Im TB „Regelungstechnik“ wurde u. a. ein Plattenschwingungsprüfstand zur vergleichenden Untersuchung von verschiedenen Regelungskonzepten zur Beeinflussung von Plattenschwingungen aufgebaut (siehe Abb. 5). Mit dem Ziel eines modellbasierten Reglerentwurfs wurde ein neues Verfahren entwickelt, das aus Messdaten ein hochdimensionales Mehrgrößen-Zustandsraummodell inklusive der zu erwartenden Modellgenauigkeit generiert. Ferner wurden verschiedene Regelungskonzepte entwickelt und implementiert.

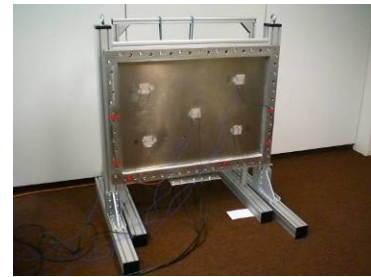


Abbildung 5: Plattenschwingungsprüfstand.

Der TB „Structure Health Monitoring and Control“ befasste sich mit den Themen Sensorik und Strukturintegration, Datenerfassung und verteilte Analyseverfahren, Systemidentifikation und Parameterermittlung sowie Schadensdetektion. Die TB „Adaptiver Systeme“, „Rapid Prototyping und Manufacturing“ und „Fertigungsverfahren“ entwickelten gemeinsam neue Verfahren zur Strukturintegration von Sensoren und Aktoren in Bauteile, u. a. mittels des selektiven Lasersinterns SLS (Abb. 6). Darüber hinaus wurden aktive Lager, Kupplungen auf Basis magnetorheologischer Flüssigkeiten, Inertialmassenaktoren sowie ein adaptiver Helmholtzresonator konzipiert und umgesetzt. Weitere Schwerpunkte waren das Drucken von funktionsfähigen Sensor-/Aktorschaltungen auf Blech und die Untersuchung der Umformbarkeit solcher funktional bedruckter Bleche.



Abbildung 6: SLS-gefertigte Hausungen (links und Mitte) und integrierter Piezoaktor (rechts).

Der TB „Life Cycle Engineering“ befasst sich mit Methoden zur Bewertung der technischen Zuverlässigkeit adaptiver Systeme. Dabei kommen u. a. Verfahren wie DoE (Design of Experiments), Sensitivitätsanalysen und FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) zum Einsatz.

Diese Ansätze sollen in der sog. Betriebsphase weiterentwickelt und zu größerer Anwendungsreife gebracht werden.

Danksagung

Das LOEWE-Zentrum AdRIA wird finanziert vom Land Hessen (Förderkennzeichen IIIIL-518/14.004) mit Unterstützung der Bundesregierung und der Fraunhofer-Gesellschaft.

Literatur

- [1] <http://www.loewe-adria.de>
- [2] Bös, J., Bein, T., Hanselka, H.: LOEWE-Zentrum AdRIA – An important step towards the commercialization of adaptive systems, NAG/DAGA 2009, Rotterdam
- [3] Bös, J., Bein, T., Hanselka, H.: LOEWE-Zentrum AdRIA – A multidisciplinary research project on the advancement of active systems, ICSV16, 2009, Krakau