



# LOEWE

## ABSCHLUSSBERICHT



**LOEWE-Zentrum AdRIA**  
**Adaptronik – Research, Innovation, Application**

# Inhalt

- 2 Statement des Koordinators
- 3 Projektinhalte
- 3 Wissenschaftlich-technische Ausgangslage
- 3 Im Rahmen des LOEWE-Projekts erreichte Erkenntnisse und getätigte Entwicklungen
- 6 Erreichte Strukturentwicklung
- 7 Erreichte Bedeutung/Stellung im Themen-/Forschungsfeld
- 8 Wichtigste Meilensteine des Projekts
- 10 Weitere Informationsmöglichkeiten
- 11 Zahlen und Fakten
- 12 Kurzvorstellung der beteiligten Hochschulen und außeruniversitären Forschungsinstitute
- 13 Impressum

Mit der Realisierung des LOEWE-Zentrums AdRIA Mitte 2008 wurden die besten Voraussetzungen geschaffen, am Standort Darmstadt nachhaltige Technologieentwicklung in der Adaptronik von der Idee bis zum serienreifen Produkt voranzutreiben. Im Dreiklang von Forschung, Anwendung und Bildung wurde mit dem LOEWE-Zentrum AdRIA das in Europa einmalige Kompetenz- und Leistungsspektrum aller Partner der Region Darmstadt miteinander verbunden. Bereits 2011 konnte so ein Forschungsschwerpunkt Adaptronik und eine Vertiefungsrichtung Adaptronik innerhalb des Masterstudiengangs Mechatronik an der TU Darmstadt als eines der Verstetigungselemente eingerichtet werden. 2013 folgte die Verstetigung des Forschungs- und Ausbildungsschwerpunkts Funktionsintegrierter Leichtbau an der Hochschule Darmstadt. Anfang 2015 wurde dann abschließend der Fraunhofer-seitige Teil des LOEWE-Zentrums AdRIA, welcher 2013 durch die Fraunhofer-Gesellschaft positiv evaluiert wurde, in einen Institutsteil des Fraunhofer LBF überführt. Mit diesen drei Kernelementen ist es dem LOEWE-Zentrum AdRIA gelungen, die Schlüsseltechnologie Adaptronik nachhaltig am Standort Darmstadt zu etablieren. Im internationalen Vergleich lassen sich nur wenige bis keine mit dem LOEWE-Zentrum AdRIA vergleichbaren, eng vernetzt arbeitenden Arbeitsgruppen im Kontext der Adaptronik finden. Der besondere Mehrwert des LOEWE-Zentrums AdRIA liegt dabei in der nachhaltigen engen Zusammenarbeit von Fraunhofer LBF, Technischer Universität Darmstadt und Hochschule Darmstadt. Von der Know-how-Bündelung für adaptive System- und Strukturkomponenten, von der Forschung bis zum Transfer in die Serie, können so seit 2008 Industrieunternehmen sowie klein- und mittelständische Unternehmen (KMU) von einem einmaligen Leistungsangebot profitieren.

Durch seine strategische Ausrichtung auf die Adaptronik und der Adressierung von globalen Herausforderungen und Megatrends hat sich das LOEWE-Zentrum AdRIA im Laufe seiner Existenz eine einzigartige Stellung in der wissenschaftlichen Community und an der Schnittstelle zur Industrie erarbeitet. Anhand komplexer Technologie- und Funktionsdemonstratoren wurden Ingenieurslösungen auf Systemebene zu den Themen Leichtbau, NVH, Lärm und SHM umgesetzt, wobei wesentliche Fragen der Multifunktionalität, Funktions- und Systemintegration sowie Fertigung adaptronischer Systeme gelöst werden konnten. Es konnte sowohl die vorwettbewerbliche Marktreife adaptronischer (System-) Produkte als auch die der jeweiligen Einzeltechnologien nachgewiesen werden. Mit dieser Technologiedemonstration wurden die Alleinstellungsmerkmale des LOEWE-Zentrums AdRIA, insbesondere das Abdecken der gesamten Entwicklungskette, die Fähigkeit zur Systemintegration und das Anbieten von standardisierbaren, modularen Lösungen, herausgearbeitet. Aufbauend auf den Ergebnissen des LOEWE-Zentrums AdRIA werden diese Technologien in Hinblick auf die Digitalisierung/Industrie 4.0, Leichtbau und Predictive Maintenance weiterentwickelt.



Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz  
Institutsleiter des Fraunhofer-Institutes  
für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF  
und Koordinator des LOEWE-Zentrums AdRIA



## Projekthalte

### Wissenschaftlich-technische Ausgangslage

Das LOEWE-Zentrum AdRIA ist 2008 mit der Prämisse gestartet, dass die Adaptronik eine der zentralen Schlüsseltechnologien zur nachhaltigen Entwicklung von Produktinnovationen in den Marktfeldern Energie, Mobilität, Umwelt und Gesundheit darstellt. Der adaptronisch erschließbare Performancezuwachs ermöglicht dabei außergewöhnliche und schwer kopierbare Produkte im globalen Wettbewerb. Diese lassen sich optimal für die Beherrschung künftiger globaler Herausforderungen in den Branchen Automobilbau, Energietechnik, Schiffs- und Schienenfahrzeugbau, Maschinen- und Anlagenbau, Bau- und Haustechnik, Medizintechnik und Sicherheitstechnik nutzen, um nur einige zu nennen. Thematisch konzentriert sich die Adaptronik dabei auf Problemstellungen im Bereich NVH (*Noise, Vibration, Harshness*), Sicherheit, Zustandsüberwachung (*Structure Health Monitoring*) aber auch Energierückgewinnung, anpassbare Strukturen zur Strömungskontrolle oder adaptive Strukturen an der Mensch-Struktur-Schnittstelle. An Bedeutung hat die Adaptronik unter anderem auch durch die in den letzten Jahren verstärkt geführte Diskussion zur CO<sub>2</sub>-Neutralität des Transportsektors gewonnen. Mit der in diesem Zusammenhang stehenden Forderung nach Elektrifizierung von Fahrzeugen und einem gezielten Leichtbau treten neue Komfort- und Sicherheitsfragen auf. Neben der Kompensation der schweren Batterie bei elektrifizierten Fahrzeugen muss vor allem bei Fahrzeugen mit konventionellen Antrieben das Fahrzeuggewicht signifikant reduziert werden, um eine CO<sub>2</sub>-Emission < 90g/km zu erreichen. Diese Gewichtsreduktion führt zwangsläufig zu Lärm- und Schwingungsproblemen, die mit konventionellen Ansätzen nicht mehr beherrschbar sind.

In Hinblick auf die Entwicklung der Adaptronik weltweit und der oben genannten gesellschaftlichen Herausforderungen wurde das LOEWE-Zentrum AdRIA am Standort Darmstadt initiiert. Vorrangiges wissenschaftliches Ziel des LOEWE-Zentrums AdRIA war die konsequente Weiterentwicklung der wissenschaftlich-technologischen Themenfelder der Adaptronik in Tiefe und Breite, um eine systematische, ganzheitliche

Entwicklung sowie einen hohen Marktreifegrad adaptronischer Produkte zu erreichen. Übergeordnetes technologisches Ziel war es, mit Hilfe der Adaptronik einen nachhaltigen, konsequenten Leichtbau technischer Strukturen zu ermöglichen, bei sowohl gleichzeitig verbesserter Energieeffizienz über dem Lebenszyklus als auch erhöhter Funktionalität (z. B. integrierte aktive Sicherheitssysteme oder Selbstüberwachung) sowie Performancesteigerung (z. B. präzise, leise und schwingungsarm). Um diese Ziele zu erreichen, wurden im LOEWE-Zentrum AdRIA sowohl Grundlagenforschung und Technologieentwicklung in definierten Technologiebereichen als auch die Technologiedemonstration anhand von Leitprojekten verfolgt. In den Technologiebereichen wurden vornehmlich innovative Themen von strategischer Bedeutung für die Adaptronik soweit vorangetrieben, dass deren jeweilige Technologiereife auf gleich hohem Niveau lag und deren Marktpotenzial anschließend in den Leitprojekten demonstriert werden konnte. Insbesondere mittels der drei Leitprojekte *Adaptives Auto*, *Adaptive Tilger* und *Leises Büro* sollten in interdisziplinären Teams Ingenieurslösungen auf Systemebene umgesetzt werden.

### Im Rahmen des LOEWE-Projekts erreichte Erkenntnisse und getätigte Entwicklungen

Im Rahmen des LOEWE-Zentrums AdRIA wurden anhand komplexer Technologie- und Funktionsdemonstratoren Ingenieurslösungen auf Systemebene zu den Themen Leichtbau, Lärm und Schwingungen sowie zur Strukturüberwachung entwickelt. Bei der Umsetzung der Systemlösungen wurden wesentliche Fragen der Multifunktionalität, Funktions- und Systemintegration sowie Fertigung auch mit Blick auf Effizienz, Kosten und Robustheit gelöst und sowohl die vorwettbewerbliche Marktreife adaptronischer (System-)Produkte als auch die der jeweiligen Einzeltechnologien nachgewiesen. Mit dieser Technologiedemonstration konnten Alleinstellungsmerkmale des LOEWE-Zentrums AdRIA herausgearbeitet werden insbesondere das Abdecken der gesamten Entwicklungskette von Problemanalyse über Konzeption bis hin zur prototypischen Entwicklung aller relevanten Teilkomponenten, der Systemintegration und dem



**Abbildung 1:** Aktives Motorlager; links: Konzept, rechts: eingebaut im Fahrzeug

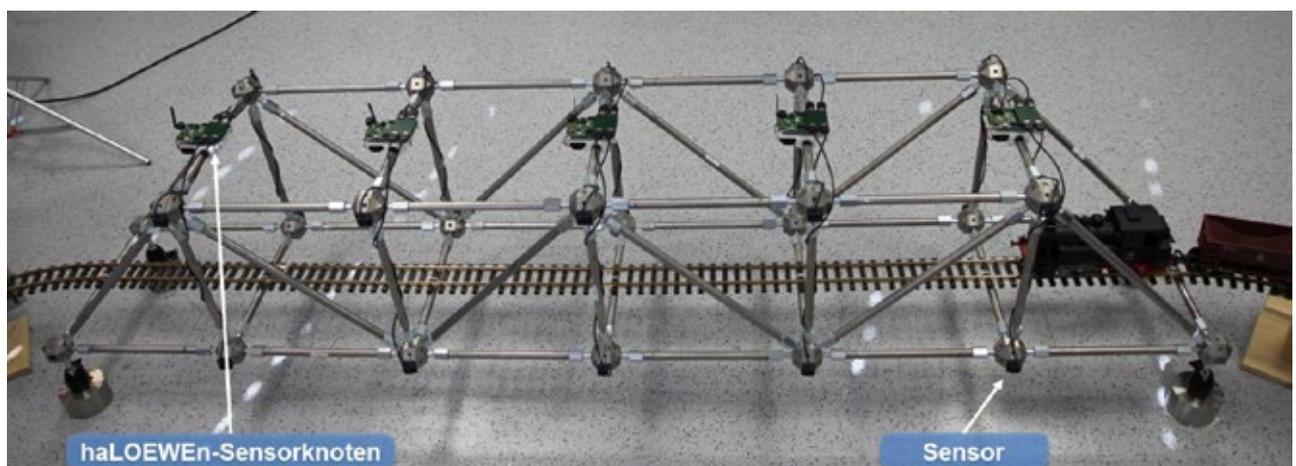
Machbarkeitsnachweis sowie das Anbieten von standardisierbaren, modularen Lösungen. Mit diesen Alleinstellungsmerkmalen können adaptronische Systemlösungen maßgeblich zu Innovationen für den Transportsektor, für die Produktionstechnik, für den Energiesektor bis hin zu Medizin- oder Sicherheitstechnik beitragen. Die besondere Bedeutung adaptronischer Systeme für diese Märkte beruht dabei auf der Möglichkeit zur Realisierung der notwendigen Funktionsintegration und Multifunktionalität sowie zur Auflösung von Zielkonflikten zwischen Leichtbau, Sicherheit und Komfort. Im Folgenden können leider nur ausgewählte Ergebnisse näher dargestellt:

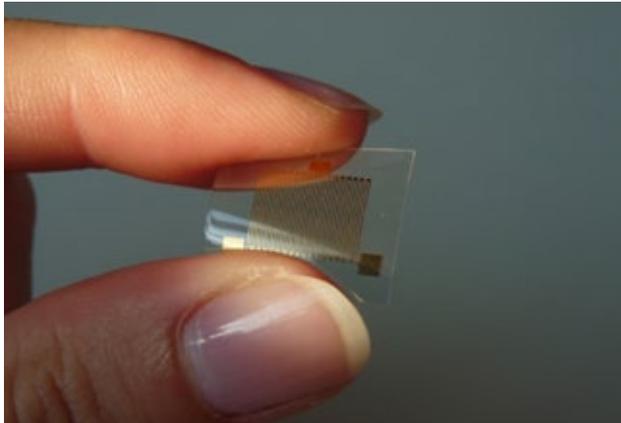
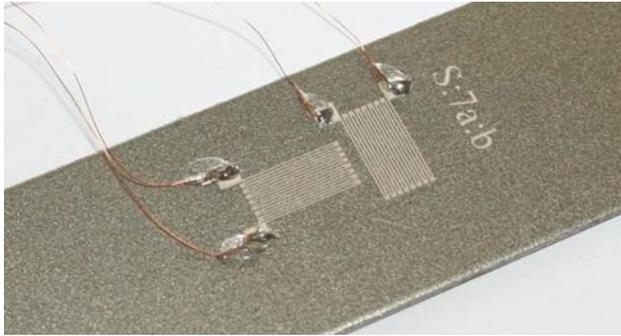
Im Rahmen des Leitprojektes *Adaptives Auto* wurde ein aktives Motorlager mit neuer Topologie und auf Basis wegübersetzter piezoelektrischer Aktoren entwickelt und in ein Versuchsfahrzeug für Fahrversuche und Demonstrationszwecke integriert (Abb. 1). In Kombination mit ebenfalls im LOEWE-Zentrum AdRIA entwickelten Inertialmassenerregern konnte so der

Lärmpegel im Fahrzeuginnenen bei der besonders störenden 2. Motorharmonischen um bis zu 15 dB(A) reduziert werden. Das Besondere in dieser Lösung ist, dass das aktive Lager sowohl ein mit der kommerziellen Lösung vergleichbares Einbauvolumen und Gewicht als auch ein ähnliches passives Verhalten (wenn die Aktoren nicht betrieben werden) aufweist. Ebenso konnte die notwendige elektronische Peripherie so miniaturisiert werden, dass sie ohne weiteres in die zur Verfügung stehende Mulde des Reserverades integriert werden konnte.

Neben dem Versuchsfahrzeug wurde eine Fachwerk als Modellstruktur für eine Brücke aufgebaut, um die im LOEWE-Zentrum AdRIA entwickelten intelligenten Sensorknoten und -netzwerke für ein *Structural Health Monitoring* zu demonstrieren (Abb. 2). Der sogenannte haLOEWEn-Sensorknoten für mehrere Einzelsensoren zeichnet sich durch eine drahtlose Kommunikation und einen Flash-basierten FPGA als Hardware-Beschleuniger für die effiziente Berech-

**Abbildung 2:** Miniaturisierte Brücke mit haLOEWEn-Sensornetzwerk





**Abbildung 3:** Im Siebdruck hergestellte Silber-DMS als Viertelbrücke auf Blech (oben); durch die Kombination des Prägefoliendrucks mit der Lasertechnologie erzeugter DMS auf Kunststoffolie (unten)

nung komplexer Algorithmen aus. Darüber hinaus wurde ein aktives Energiemanagement implementiert, das ermöglicht, die Hardware-Beschleuniger auch im Betrieb mit wechselnder Rechenlast bei sehr kurzen Aktivzeiten zu verwenden. Je nach Anwendung kann ein Großteil der von den Sensoren erfassten Daten dezentral vorverarbeitet werden und muss somit nicht per Funk an eine zentrale Auswerteeinheit übertragen werden. Dies reduziert den Energieverbrauch der meist batteriebetriebenen Sensorknoten und erhöht somit die Lebensdauer des Sensornetzwerks. Für das eigentliche *Structural Health Monitoring* wurde u. a. ein neues, recheneffizientes Verfahren auf Basis der Random Decrement Methode entwickelt, das es ermöglicht, Strukturen online strukturdynamisch zu analysieren (operationale Modalanalyse). Dieses Verfahren wurde auf dem haLOEWEn-Sensorknoten implementiert. Mittlerweile ist dieser Ansatz eines *Structural Health Monitoring* mittels eines Sensornetzwerkes mit einem KMU in ein kommerzielles Produkt überführt und an einer Brücke in den Niederlanden im Dauerversuch erprobt worden.

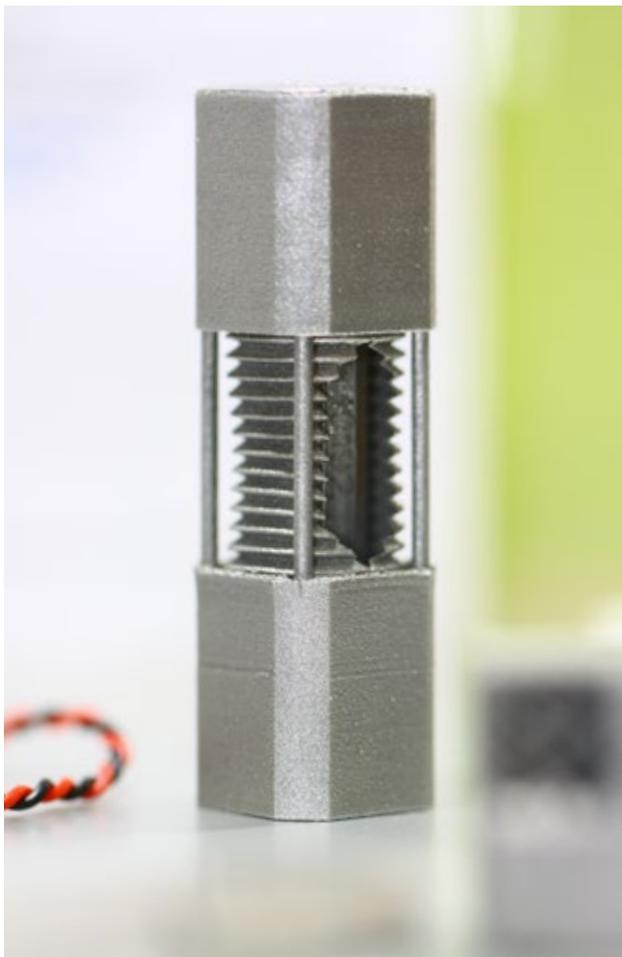


**Abbildung 4:** Low-Cost Kraftmessring

Neben der Technologiedemonstration anhand von Versuchsträgern wurde über die Projektlaufzeit auch der Stand der Technik in den jeweiligen Technologiebereichen der Adaptronik signifikant erweitert. Hierzu gehören u. a. das kostengünstige Drucken von Sensoren, das additive Fertigen von adaptronischen Komponenten sowie effiziente Simulationsmethoden. Zu ersterem konnten u. a. dünnsschichtige Sensorstrukturen (z. B. Dehnungsmesstreifen) im Flexodruckverfahren erfolgreich gedruckt werden. Eine weitere Fertigungsmöglichkeit der Sensoren wurde durch die Kombination des Prägefoliendrucks mit der Lasertechnologie ausgearbeitet. Dadurch konnten noch kleinere Sensorstrukturen mit besseren und zeitlich stabileren Qualitätsmerkmalen hergestellt werden (Abb. 3). In diesem Kontext wurden ebenfalls Tiefziehprozesse und wirkmedienbasierte Tiefziehprozesse weiterentwickelt, durch die funktional bedruckte oder mit metallischen Leiterbahnen versehene Bleche umgeformt werden können. Mit diesen Prozessen wurde ein kostengünstiger Kraftmessring (Abb. 4) mit gedruckten Sensoren durch einen U-O-Biegeprozess hergestellt.

Darüber hinaus wurde die Additive Fertigung als innovative Technologie für die Herstellung von sensor-/aktorintegrierten Strukturkomponenten betrachtet. Dabei wurde ein innovativer und einzigartiger Prozess entwickelt, bei dem Piezo-Stapelaktoren in ein metallisches Gehäuse vollständig und schädigungsfrei integriert werden können (Abb. 5). Der Prozess basiert auf dem Selektiven Laserschmelzen (kurz: SLM), einem additiven Fertigungsverfahren, bei dem einsatzfähige Bauteile durch schichtweises Aufschmelzen von speziell aufbereiteten Metallpulvern hergestellt werden können. Die auf diese Weise hergestellten piezoelektrischen Aktor-Module haben durch die vollständige Kapselung des piezoelektrischen Aktors eine wesentlich höhere Lebensdauer und können schnell und kostengünstig an die jeweilige adaptronische Anwendung angepasst werden. Eine Individualisierung dieser Aktor-Module kann zu einem Fünftel der Kosten herkömmlicher gehauster Aktoren hergestellt werden.

**Abbildung 5:** Mittels SLM hergestellter gehauster Piezo-Stapelaktor



Ein wesentlicher Aspekt bei der Entwicklung adaptronischer Systeme sind wie bei jedem Produktentwicklungsprozess geeignete Simulationswerkzeuge. Im Rahmen vom LOEWE-Zentrum AdRIA wurde eine Modellbibliothek für Matlab/Simulink aufgebaut, in der validierte Teilmodelle und Funktionen unterschiedlicher Komplexitätsgrade für die Simulation adaptronischer Systeme vorliegen. Diese Modellbibliothek leistet damit einen wichtigen Beitrag bei der effizienten Entwicklung von aktiven Systemen und durch die detaillierten Hintergrundinformationen ebenfalls zum Wissensmanagement. Sie wird mittlerweile kommerziell vertrieben und ist somit ein exzellentes Beispiel für die Verwertung der im LOEWE-Zentrum AdRIA erzielten Ergebnisse.

## Erreichte Strukturentwicklung

Die Fraunhofer-Gesellschaft verfolgte mit dem LOEWE-Zentrum AdRIA die langfristige Verstärkungsstrategie, die Kernkompetenz Adaptronik fachlich, organisatorisch und strukturell als Institutsteil unter dem Dach des Fraunhofer LBF auszubauen. Ziel war es, im Jahr 2017 die Kriterien für ein Fraunhofer-Institutsteil ohne weitere LOEWE-Finanzierung zu erfüllen. Maßgebliche Kriterien sind dabei die Personalstärke, der Wirtschaftsertrag und die wissenschaftliche Exzellenz. Hierfür wurde bereits im Jahr 2012 ein wissenschaftlicher Bereich Adaptronik innerhalb des Fraunhofer LBF mit vier Abteilungen geschaffen, der die ursprüngliche Abteilung Mechatronik/Adaptronik ablöst. Damit wurden alle Adaptronik-relevanten Aktivitäten des Fraunhofer LBF in einem Bereich zusammengefasst. In einem zweiten Schritt wurde bereits in 2015 das LOEWE-Zentrum AdRIA mit dem Bereich Adaptronik auch buchhalterisch zusammengeführt, sodass ein nach Fraunhofer-Kriterien anerkannter Institutsteil Adaptronik entstand, der seit Mitte 2016 ohne LOEWE-Mittel nach Fraunhofer-Regeln am Markt erfolgreich agiert und die Adaptronik maßgeblich für Hessen stärkt.

Seitens der TU Darmstadt wurde mit der Einrichtung des Forschungsschwerpunktes Adaptronik ein wesentliches Strukturelement ihrer Verstetigungsstrategie bereits 2011 erfolgreich umgesetzt. Dieser Forschungsschwerpunkt verband die beiden Forschungscluster „Integrierte Produkt- und Produktionstechnologie“ und „Neue Materialien und Werkstoffe“ thematisch miteinander. Allerdings wurde im Zuge des Strategieprozesses der TU Darmstadt und der damit verbundenen neuen Profildbereiche und -themen dieser Forschungsschwerpunkt zunächst aufgelöst. Die beiden im Rahmen des LOEWE-Zentrums AdRIA etablierten LOEWE-Professuren *Adaptronische Systeme und Strukturmechanik* und *Strukturüberwachung* wurden aber als weiteres Element der Nachhaltigkeit durch die TU Darmstadt verstetigt, wobei die LOEWE-Professur Adaptronische Systeme 2016 in die Nachfolge von Prof. Hanselka überführt wurde. Dabei wurde das Thema Adaptronik explizit in das Aufgabengebiet des zugehörigen Fachgebiets aufgenommen. Darüber hinaus wurde schon 2011 eine in Europa einmalige Vertiefungsrichtung Adaptronik im Master-Studiengang Mechatronik an der TU Darmstadt eingeführt. Die Hochschule Darmstadt (FH) hat mit der Berufung der LOEWE-Professur *Funktionsintegrierter Leichtbau* und deren Verstetigung im Frühjahr 2013 einen Forschungs- und Ausbildungsschwerpunkt zu diesem Thema etabliert.

Mit Auslauf der LOEWE-Förderung arbeiten alle drei Partner weiterhin vernetzt zusammen, um ihre Aktivitäten zum Thema Adaptronik weiter zu stärken. Maßgebliches Bindeglied zwischen allen drei Partnern sind dabei die beiden LOEWE-Professuren von Herrn Prof. Melz (jetzt Systemzuverlässigkeit, Adaptronik und Maschinenakustik) und Herrn Prof. Büter (Funktionsintegrierter Leichtbau), die in ihren Doppelrollen sowohl an die TU Darmstadt bzw. Fachhochschule Darmstadt angebunden als auch als Institutsleiter bzw. Abteilungsleiter im Bereich Adaptronik in die Führung des Fraunhofer LBF eingebunden sind. Auch ohne einen Forschungsschwerpunkt Adaptronik wurde die Adaptronik thematisch und wirtschaftlich durch das LOEWE-Zentrum AdRIA so an der TU Darmstadt und Hochschule Darmstadt verankert, dass weiterhin signifikant Fördermittel bei der DFG, beim BMBF oder BMWi, bei der AiF oder auf

europäischer Ebene eingeworben werden können. Dieses geschieht zum Teil einzeln, zum Teil in Kooperation mit dem Bereich Adaptronik des Fraunhofer LBF. Gestärkt wird diese Vernetzung durch das Kompetenznetzwerk Adaptronik, welches aus dem LOEWE-Zentrum AdRIA hervorgegangen ist und in dem alle Partner engagiert sind.

## Erreichte Bedeutung/Stellung im Themen-/Forschungsfeld

Das LOEWE-Zentrum AdRIA hat sich über seine Laufzeit zu einem der international führenden und meist beachteten Forschungszentren auf dem Gebiet der Adaptronik entwickelt. Die Bedeutung des Zentrums lässt sich dabei anhand vieler Indikatoren veranschaulichen. So wurden mehr als 600 Veröffentlichungen getätigt, wovon 270 peer-reviewed wurden. Dieses ist für ein von Ingenieurwissenschaften geprägtes Forschungsfeld ungewöhnlich hoch. Ebenso wurden 55 Promotionen im Kontext Adaptronik abgeschlossen, was in dieser Konzentration international ohnegleichen ist. Des Weiteren war und ist das LOEWE-Zentrum an der Organisation von national und international anerkannten Konferenzen beteiligt, entweder als Mitglied der wissenschaftlichen Beiräte oder als Initiator eigenständiger Sessions innerhalb von Konferenzen. Unter anderem konnten über das LOEWE-Zentrum AdRIA der Adaptronic Congress 2011 und die DAGA 2012 nach Darmstadt geholt werden. Seit 2016 ist das LOEWE-Zentrum AdRIA über seinen Fraunhofer-seitigen Teil Gründungsmitglied des Kompetenznetzes Adaptronik, das seit 2016 die einzige wissenschaftliche Konferenz im deutschsprachigen Raum im Kontext der Adaptronik ausrichtet. Durch all diese Indikatoren konnte eine hohe Sichtbarkeit des LOEWE-Zentrums AdRIA in der wissenschaftlichen Community erreicht und das Forschungsfeld der Adaptronik über die Grenzen der traditionellen, in sich geschlossenen Adaptronik-Community hinaus kommuniziert werden. Dadurch konnte das LOEWE-Zentrum AdRIA für insgesamt sechs Humboldt-Stipendiaten als Gastgeber für Forschungsaufenthalte fungieren, was als besondere Auszeichnung gewertet werden kann.

Die besondere Stellung des LOEWE-Zentrums AdRIA zeigt sich auch in der Vielzahl der etablierten Kooperationen mit anderen europäischen und internationalen Forschergruppen. Eine besonders enge Zusammenarbeit konnte vor allem mit der KTH Stockholm, der KU Leuven und dem ISVR der University of Southampton etabliert werden; alle drei gehören zu den führenden Universitäten in Europa, weit über dem Ranking der TU Darmstadt. Diese Zusammenarbeit resultierte unter anderem in eine neu eingerichtete Summer School zur Adaptronik und einem neuen ERASMUS-Abkommen zwischen der TU Darmstadt und Uni Southampton. Darüber hinaus wurden Kooperationen mit Universitäten und Forschungsein-

richtungen wie RWTH Aachen, TU Graz, University of Udine, Chalmers University, Virtuelles Fahrzeuginstitut (Graz), CIDETEC (Spanien) oder Instituto Tecnológico de Aeronáutica (Brasilien) eingegangen. Diese Kooperationen ermöglichten viele nationale und internationale Forschungsanträge und -projekte, die teilweise ausgezeichnet wurden. So erhielt u. a. das aus dem LOEWE-Zentrum AdRIA generierte EU-Projekt „Maintenance on Demand“ den DHL Innovationspreis 2013 oder belegte ein Forscherteam des Fraunhofer LBF gemeinsam mit der RWTH Aachen den dritten Platz beim InnoSpace Master 2016, dotiert mit einem vom BMBF geförderten Projekt über 400.000 €.

## Wichtigste Meilensteine des Projekts



**Abbildung 6:** Festkolloquium anlässlich des einjährigen Bestehens des LOEWE-Zentrums AdRIA und der Berufung der ersten LOEWE-Professur am 27.11.2009

**Abbildung 7:** Summer School „Smart Lightweight Structures“ am 7.10.2010

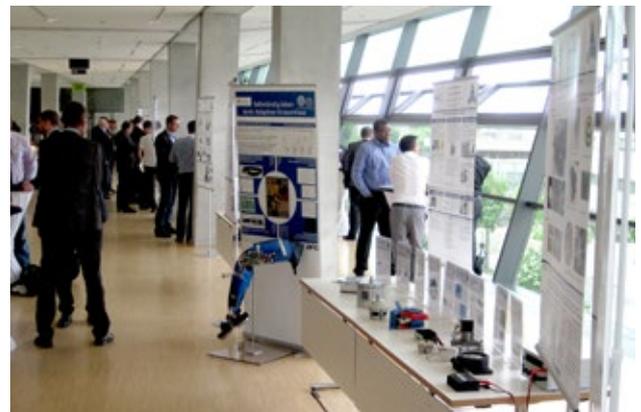




**Abbildung 8:** Einweihung des Transferzentrums Adaptronik am 11.11.2010



**Abbildung 9:** Eröffnung der neuen AdRIA-Labore am 18.01.2011



**Abbildung 10:** Abschluss-Kolloquium LOEWE-Zentrum AdRIA am 17.06.2014



**Abbildung 11:** Erste 4Smarts-Konferenz am 7.4.2016

## Weitere Informationsmöglichkeiten

- [www.loewe-adria.de](http://www.loewe-adria.de)  
Homepage des LOEWE-Zentrums AdRIA
- <http://www.proloewe.de/adria>  
Beschreibung des LOEWE-Zentrums AdRIA auf der ProLOEWE-Homepage
- [www.sam.tu-darmstadt.de](http://www.sam.tu-darmstadt.de)  
Das Fachgebiet der TU Darmstadt zum Thema Adaptronik, über welches die LOEWE-Professur „Adaptronische Systeme“ verstetigt wurde.
- [www.adaptronik.fraunhofer.de](http://www.adaptronik.fraunhofer.de)  
Fraunhofer-Allianz über 7 Fraunhofer-Institute im Kontext Adaptronik
- [www.kompetenznetz-adaptronik.de](http://www.kompetenznetz-adaptronik.de)  
Das Kompetenznetzwerk Adaptronik unter der Leitung des Fraunhofer LBF bündelt die führenden deutschen Kompetenzen auf dem Gebiet der Adaptronik und ist damit die zentrale Anlaufstelle für Adaptronik im deutschsprachigen Raum.
- [www.openadaptronik.de](http://www.openadaptronik.de)  
OpenAdaptronik ist ein aus dem LOEWE-Zentrum AdRIA initiiertes und vom BMBF gefördertes Projekt, welches aktive Systeme zur Schwingungsminderung für die Maker-Bewegung in der Photonik aufbereitet und einer breiten Öffentlichkeit verfügbar macht.

## Zahlen und Fakten

Förderzeitraum	01.07.2008 – 30.06.2016	Bemerkungen
bis Ende des Förderzeitraums verausgabte LOEWE-Mittel	36.938.798 Euro	inkl. zweijähriger Auslauffinanzierung; ohne Baumittel in Höhe von 5.530.500 Euro
bis Ende des Förderzeitraums verausgabte Drittmittel	29.475.740 Euro	
eingeworbene Drittmittel	40.171.782 Euro	mit Wirkung bis in das Jahr 2019
Anzahl der beteiligten Personen	26 ProfessorInnen 183 wissenschaftliche MitarbeiterInnen 34 techn.-administrative MitarbeiterInnen	
Anzahl an innerhalb des Förderzeitraums abgeschlossenen Promotionen	55	5 weitere Promotionen kurz vor Abschluss
Anzahl an Veröffentlichungen in Fachzeitschriften innerhalb des Förderzeitraums	160	Insgesamt wurden 656 Veröffentlichungen getätigt, wovon 270 peer-reviewed wurden.
Anzahl an Konferenzbeiträgen innerhalb des Förderzeitraums	421	
Anzahl an innerhalb des Förderzeitraums zugeteilten Patenten	1	

## Kurzvorstellung der beteiligten Hochschulen und außeruniversitären Forschungsinstitute

### Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF

[www.lbf.fraunhofer.de](http://www.lbf.fraunhofer.de)

Das Fraunhofer LBF ist eines der traditionsreichsten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft und blickt auf über 75 Jahren Erfahrung zurück. Mit nahezu 400 Mitarbeitern und einem Betriebshaushalt von 28 Mio. Euro erbringt das Fraunhofer LBF Leistungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette, vom Werkstoff und dessen Verarbeitung über die Realisierung des fertigen Bauteils und des komplexen Systems bis hin zur Qualifizierung im Hinblick auf Sicherheit und Zuverlässigkeit. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Entwicklung und Validierung adaptiver Systeme, wobei der Forschungsbereich Adaptronik einer der größten und anerkanntesten Forschergruppen im Kontext Adaptronik in Europa ist.



### Technische Universität Darmstadt

[www.tu-darmstadt.de](http://www.tu-darmstadt.de)

Die TU Darmstadt zählt zu den führenden Technischen Universitäten in Deutschland. Ihre rund 300 Professorinnen und Professoren, 4.310 wissenschaftlichen und administrativ-technischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sowie rund 26.360 Studierenden widmen sich entscheidenden Zukunftsfeldern wie Cybersecurity, Internet und Digitalisierung, Teilchenstrahlen und Materie, Thermofluids und Interfaces, Energiesysteme der Zukunft sowie Entwicklungsprozesse vom Material bis zur Produktinnovation. Mit der Goethe-Universität Frankfurt und der Johannes Gutenberg-Universität Mainz bildet die TU Darmstadt die strategische Allianz der Rhein-Main-Universitäten.



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

### Hochschule Darmstadt

[www.h-da.de](http://www.h-da.de)

Die Hochschule Darmstadt (h\_da) ist eine der größten Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW) in Deutschland. Über 60 Bachelor-, Diplom-, und Masterstudiengänge mit vielfach selbst wählbaren Schwerpunkten bieten beste Berufsaussichten für ihre rund 16.000 Studierenden. Die Forschung an der Hochschule Darmstadt widmet sich schwerpunktmäßig aktuellen Fragestellungen zu den Veränderungen in Gesellschaft und Wirtschaft, neuen Wegen in Ausbildung, Bildung und Wissenschaft sowie technischen und ökologischen Herausforderungen. Dabei fokussiert sie auf die drei übergeordneten Schwerpunkte Intelligente Technologien für die digitale Wirtschaft und Gesellschaft, Mobilität und Energie sowie Verfahrenstechnologien und Nachhaltigkeit, die alle Bezüge zu Fragestellungen der nachhaltigen Entwicklung aufweisen.

**h\_da**

HOCHSCHULE DARMSTADT  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

HESSEN



Das Forschungsförderungsprogramm LOEWE ist eine Förderinitiative des Hessischen Ministeriums für Wissenschaft und Kunst.

## Impressum

### Herausgeber:

Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst  
Rheinstraße 23 – 25  
65185 Wiesbaden

### Inhalt:

LOEWE-Zentrum AdRIA –  
Adaptronik – Research, Innovation, Application

### Redaktion:

LOEWE-Geschäftsstelle im  
Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst

### Layout:

Christiane Freitag, Idstein

### Fotos:

LOEWE-Zentrum AdRIA –  
Adaptronik – Research, Innovation, Application