



BILDER: FRAUNHOFER LBF

**Bild 1:** Die Lebensdauer bewegter Teile war von Beginn an Forschungsgebiet des Fraunhofer LBF. Hier werden Vorbereitungen zur Analyse der Fahrbetriebsbeanspruchungen eines NSU-Mofas getroffen (1962).

# Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF – Analysieren, Optimieren, Qualifizieren

Das Darmstädter Forschungsinstitut, gegründet 1938 als Bautz-Bergmann Werkstoff- und Konstruktionsberatung GmbH, blickt auf eine lange Tradition in der Untersuchung schwingbeanspruchter Bauteile, Baugruppen, Systemen und Werkstoffe aller Art zurück. Auch Gusskomponenten gehören schon immer dazu. Insbesondere steht die Beschreibung des zyklischen Werkstoff- und Bauteilverhaltens für leichte und zuverlässige Systeme und Strukturen im Fokus der Forschungsaktivitäten.

Ingenieure und Wissenschaftler, die mit verkabelten Apparaturen auf dem Rücken auf alten Motorrädern (**Bild 1**) sitzen oder Oldtimer, vollgestopft mit Messinstrumenten, eine spannende Posterausstellung in den Fluren des Fraunhofer-Instituts für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF dokumentiert in historischen Fotografien die über 80-jährige Geschichte des Forschungsinstituts. Seitdem hat sich strukturell und technisch so einiges verändert. 1950 erfolgte zunächst der Zusammenschluss der 1938 gegründeten Bautz-Bergmann Werkstoff- und Konstruktionsberatung GmbH mit dem ebenfalls in Darmstadt ansässigen Physikalisch-Technischen Labor des Ingenieurs Dr. Ernst Gaßner zum Laboratorium für Betriebsfestigkeit (LBF), das dann 1962 als zehntes Institut in die Fraunhofer-Gesellschaft München aufgenommen wurde. 1973 fand der Umzug aus Darmstadt-Eberstadt zum heutigen Standort Kranichstein statt. Hier wird heute an Computern und in modernen Labors unter anderem die Lebensdauer von Werkstoffen, Bauteilen, Baugruppen und Systemen bewertet, simuliert und analysiert. Die beeindruckende Versuchshalle erlaubt es den rund 400 Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen um Institutsleiter Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz (**Bild 2**) mit modernster Messtechnik und Apparaturen Bauteile und Systeme zu untersuchen und insbesondere im Hinblick auf den Leichtbau zu optimieren.

## Den Gesamtprozess verstehen

Immer, wenn Bauteile im Einsatz sind, stellt sich gleichzeitig die Frage nach ihrer Beanspruchbarkeit und Lebensdauer, sei es in der Mobilität, dem Anlagen- und Maschinenbau oder der Energieerzeugung. Das Fraunhofer LBF adressiert dabei die Leistungsfelder Schwingungstechnik, Leichtbau, Zuverlässigkeit und Polymertechnik durch seine vier Forschungsbereiche Adaptionik, Kunststoffe, Systemzuverlässigkeit und Betriebsfestigkeit. Auch die Beurteilung gegossener Komponenten, die in vielen schwingbeanspruchten Anwendungen, wie etwa bei Rädern, Motoren in der Antriebstechnik sowie Zahnrädern, Achsen und Kolben, Pressen- und Windkraftkomponenten und vielem



**Bild 2:** Institutsleiter Prof. Dr.-Ing. Tobias Melz (rechts) und Dr.-Ing. Christoph Bleicher (links), Leiter der Forschungsgruppe „Qualifizierung gegossener Komponenten“.



**Bild 3:** Forschungsgruppe „Qualifizierung gegossener Komponenten“.



**Bild 4:** Rechnergestützte Beurteilung der Bauteillebensdauer.

mehr eine zentrale Rolle spielen, gehört traditionell zum Untersuchungsportfolio. Die eigene Forschungsgruppe „Qualifizierung gegossener Komponenten“ (**Bild 3**) hat sich jedoch erst in den letzten Jahren aus der Vielzahl der im Gießereibereich durchgeführten Projekte etabliert und besteht in dieser Form seit zwei Jahren. Gruppenleiter Dr.-Ing. Christoph Bleicher beschreibt die Arbeitsweise: „Wir haben für unsere Kunden und

Projektpartner immer sowohl das Gussbauteil im Lebensdauernachweis als auch die Werkstoffe im Blick, um insbesondere das bauteilgebundene Werkstoffverhalten zu beurteilen. Mehr und mehr beziehen wir jedoch Informationen aus der Erstarrungs- und Wärmebehandlungssimulation sowie der zerstörungsfreien Bauteilprüfung in den Lebensdauernachweis mit ein, um ein besseres Verständnis für den Gesamtprozess zu erhalten. Besonders wichtig ist dabei der intensive Dialog mit unseren Projektpartnern. Im besten Fall können wir ein Bauteil so schon in der Entwicklungsphase hinsichtlich seiner Lebensdauer beurteilen und gegebenenfalls im Hinblick auf Leichtbau optimieren.“ Der Wissenschaftler und sein Team beschäftigen sich vor allem mit dem Schwingfestigkeitsverhalten von Gusswerkstoffen auf Basis von Eisen-Kohlenstoff-, Aluminium- und Magnesiumlegierungen. Aber auch andere Versagensmechanismen, wie beispielsweise die Korrosionsermüdung von Kupfergusslegierungen im Schiffsbau sind von Interesse.

### High-Tech Anwendung Guss

Sind schädigende Mechanismen einmal identifiziert und quantifiziert, sollte der Prozess möglichst optimiert werden. Hier ist der enge Dialog mit den Gießern, Konstrukteuren und der Qualitätssicherung besonders wichtig. Gleichzeitig erfolgt die Kooperation mit den Entwicklern von Simulationsprogrammen für Gieß- und Erstarrungsprozesse, um die Auswirkungen des Gießprozesses auf das (zyklische) Werkstoffverhalten besser zu verstehen (**Bild 4**). Ein wichtiger Bestandteil der Verfahrensentwicklung und -optimierung ist die Einbindung der zerstörungsfreien Bauteilprüfung. Hier arbeitet die Forschungsgruppe um Christoph Bleicher an digitalen Methoden, um diese Untersuchungsergebnisse in die Betriebsfestigkeitsbeurteilung einfließen zu lassen. Die entwickelten Algorithmen ermöglichen dann auch die Unterstützung bei der Legierungsentwicklung, insbesondere für neuere Werkstoffe wie ausferritisches Guss-eisen mit Kugelgraphit (ADI) oder hochsiliziumhaltige Werkstoffe, für die es noch kaum Bemessungsrichtlinien gibt.

Die Beanspruchbarkeit eines Gussteils hängt jedoch nicht nur vom optimierten Gusswerkstoff ab, sondern auch von technologischen Größeneinflüssen. Diese beschreiben, wie sich beispielsweise durch eine Änderung der Fertigungstechnologie, etwa vom Sand- zum Druckgießen, das lokale Bauteilgefüge und damit die Schwingfestigkeit ändert. Auch die Art der Nachbehandlung, etwa durch einen Strahlprozess, ist ein einzubeziehender Faktor. Nicht zuletzt macht es einen technischen und auch ökonomischen Unterschied, ob zum Beispiel Zähne an ein Zahnrad direkt angegossen oder aus dem vollen Gussstück herausgearbeitet werden. Bisher dominieren bei der Beurteilung der einzelnen Einflussfaktoren auf die Bemessung und Betriebsfestigkeitsanalyse von Gussbauteilen oft noch Insellösungen. Ein im November 2019 gestartetes dreijähriges BMWi-Forschungsprojekt (DNAGuss - Durchgängige Auslegung von Gussbauteilen entlang der Prozesskette) soll dazu beitragen, dieses Manko zu beseitigen und einzelne Disziplinen digital miteinander verknüpfen. Ziel ist, eine effizientere und kostengünstigere Entwicklung von leistungsfähigen zyklisch beanspruchten Gussbauteilen, beispielsweise für die Windenergiebranche oder den Großmaschinenbau, zu ermöglichen.

Der zunehmende Einsatz numerischer Methoden wie Erstarrungs-, Beanspruchungs- oder Mehrkörpersimulationen hilft dabei, alle relevanten Einflüsse zu berücksichtigen und auch